

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LUCIELLEN PEREIRA MARTINS

CRESCIMENTO DE TRÊS ESPÉCIES ARBÓREAS EM ÁREAS DE
VEGETAÇÃO NATURAL DO PANTANAL DA NHECOLÂNDIA

CURITIBA

2018

LUCIELLEN PEREIRA MARTINS

CRESCIMENTO DE TRÊS ESPÉCIES ARBÓREAS EM ÁREAS DE
VEGETAÇÃO NATURAL DO PANTANAL DA NHECOLÂNDIA

Dissertação apresentada como requisito parcial a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Florestal, no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dra. Ana Paula Dalla Corte
Coorientador: Dra. Patrícia Póvoa de Mattos

CURITIBA

2018

Ficha catalográfica elaborada pela
Biblioteca de Ciências Florestais e da Madeira - UFPR

Martins, Luciellen Pereira

Crescimento de três espécies arbóreas em áreas de vegetação natural do Pantanal da Nhecolândia / Luciellen Pereira Martins. - Curitiba, 2018.
85 f. : il.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Paula Dalla Corte

Coorientadora: Dra. Patrícia Póvoa de Mattos

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Defesa: Curitiba, 21/02/2018.

Área de concentração: Manejo Florestal.

1. Árvores - Crescimento - Pantanal. 2. Dendrocronologia. 3. Florestas - Reprodução. 4. Cerrados. 5. Florestas - Manejo. 6. Dendrometria. 7. Teses. I. Dalla Corte, Ana Paula. II. Mattos, Patrícia Póvoa de. III. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias. IV. Título.

CDD – 634.9

CDU – 634.0.561.24(817)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ENGENHARIA
FLORESTAL

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ENGENHARIA FLORESTAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **LUCIELLEN PEREIRA MARTINS** intitulada: **CRESCIMENTO DE TRÊS ESPÉCIES ARBÓREAS EM ÁREAS DE VEGETAÇÃO NATURAL DO PANTANAL DA NHECOLÂNDIA**, após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua Aprovação no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 21 de Fevereiro de 2018.

ANA PAULA DALLA CORTE

Presidente da Banca Examinadora (UFPR)

ALEXANDRE BEHLING

Avaliador Interno (UFPR)

EVALDO MUÑOZ BRAZ

Avaliador Externo (EMBRAPA)

Aos meus pais, Lúcia e Valdemir, minha irmã Larissa e meu esposo Luan,
por serem meu porto seguro

DEDICO.

Agradecimento

Se você está lendo essa mensagem, é porque deu certo, apesar de todas as dificuldades consegui finalizar mais uma etapa na minha carreira!

Sou eu quem está recebendo o título de mestre, mas o mérito não é só meu, na verdade posso afirmar que eu não conseguiria chegar até aqui sozinha, por isso quero agradecer a todos os que me apoiaram e confiaram em mim.

Primeiramente gostaria de agradecer a Jeová, por me dar a capacidade de raciocínio e forças além do normal (Salmo 100: 4,5).

À Universidade Federal do Paraná, à Pós-Graduação em Engenharia Florestal e aos professores da Engenharia Florestal, pelos anos de constante aprendizado.

Aos professores, funcionários e colegas do Curso de Pós-Graduação, que estiveram a disposição para me auxiliarem.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida e à Embrapa Florestas pela disponibilização de suas dependências para a realização deste trabalho.

A toda equipe da Xiloteca. Pelo apoio, as conversas, a ajuda para achar aquele artigo, entre tantas outras coisas e claro pelo chimarrão! Em especial a Aline Canetti, por toda a paciência e ao Evaldo Braz, pela ajuda e nos lembrar que toda parte teórica que aprendemos é para se colocar em prática. Carrego comigo um grande amor por todos do laboratório!

A minha família que sempre participou ativamente nas minhas conquistas. A vocês que muitas vezes renunciaram seus sonhos para que eu pudesse realizar o meu. Iniciando pela minha mãe, Lúcia Pereira, a qual trabalhou dia e muitas madrugadas para que nunca faltasse nada pra nossa família, foi e é a nossa base e foi meu primeiro exemplo de inspiração de mãe e mulher forte, me mostrando que conseguimos nos tornar o que é preciso para quem amamos. Minha irmã, Larissa Martins, que correu para que eu conseguisse entregar a documentação a tempo da inscrição. Sem ela nem o título de Engenharia eu teria. Ao meu pai, Valdemir Martins, que sempre me incentivou a estudar e colocar a educação em primeiro lugar. E ao meu esposo,

Luan Fabio, na época meu namorado, me cobrando e me lembrando do privilégio que é ter uma graduação e a oportunidade de continuar o estudo numa das Universidades mais conceituadas do Brasil. Eu amo vocês!

A todos os meus amigos que ao longo dessa jornada estiveram do meu lado e não me deixaram desistir. Realmente eu tenho o privilégio de dizer que são muitos que estiveram junto comigo e não seria possível colocar todos os nomes aqui, mas vocês sabem o quanto foram importantes nessa minha jornada. Apesar disso, não poderia deixar de citar um pequeno grupo de amigos no qual tenho a honra de pertencer, os S.L.E.S.F., vocês sempre me ajudaram a tomar as decisões certas, que culminaram nesse final de conquistas. A todos vocês, do fundo do meu coração, obrigada!

As minhas orientadoras, Professora Doutora Ana Paula Dalla Corte, um exemplo de mulher determinada, que me mostrou que podemos sim ser mãe, esposa e ser não só uma profissional, como uma das mais bem qualificadas na nossa área. E a Pesquisadora Doutora Patrícia Povia de Mattos, aquela chefinha que quando fecha a porta da sala, você sabe que vai levar aquele puxão de orelha, mas é incrível como a porta se abre você sai mais determinado a fazer mais e mais. Você não me deixou abaixar a cabeça e desistir, essa vitória é sua. Vocês são inspiradoras!

RESUMO

Com o crescente interesse no uso de recursos das florestas nativas, é importante desenvolver ferramentas para o manejo sustentável dessas áreas. Ao considerar a domesticação e o plantio de espécies nativas, é essencial conhecer a taxa de crescimento de cada espécie. Estudos de dendrocronologia com espécies do Pantanal ainda são escassos. No entanto, os poucos estudos encontrados na literatura mostram potencial dendrocronológico para recuperar informações passadas de crescimento. Assim, o objetivo desta pesquisa foi determinar a dinâmica de crescimento de *Astronium fraxinifolium*, *Hymenaea stigonocarpa* e *Simarouba versicolor*, três espécies de madeira encontradas em áreas naturais do Pantanal de Nhecolândia, com o objetivo de subsidiar o manejo sustentável dessas espécies e utilizar informações de crescimento. planejar a recuperação de áreas degradadas usando essas espécies. Foram coletados sete discos para cada espécie estudada. Os anéis de crescimento foram medidos em 8 raios de cada amostra, para gerar séries de crescimento. Modelos de crescimento X_t foram testados. Foi possível verificar distintos padrões de crescimento entre as espécies estudadas. Gonçalves-alves (*Astronium fraxinifolium*) apresentou o menor incremento médio anual (IAM) de diâmetro (0,39 cm.ano⁻¹; desvio padrão = 0,14) e Jatobá-do-Cerrado (*Hymenaea stigonocarpa*) apresentou IAM médio (0,60 cm.- 1; desvio padrão = 0,18). No entanto, o destaque foi para *Simarouba versicolor*, a espécie que apresentou o maior IAM (0,95 cm.ano⁻¹; desvio padrão = 0,27). O modelo Johnson-Schumacher apresentou melhor ajuste para *A. fraxinifolium* (coeficiente de determinação (R^2) = 0,97, coeficiente de variação (CV%) = 21% e valor de $F = 86.614,7$) e para *S. versicolor* ($R^2 = 0,99$, $S_{xy} (\%) = 11,3$, CV (%) = 11 e $F = 175.223$). O modelo de Gompertz apresentou melhor ajuste para *H. stigonocarpa* ($R^2 = 0,99$, CV (%) = 12 e $F = 863,095$). As três espécies apresentaram padrão de crescimento distinto, jatobá-do-cerrado e gonçalo-alves como secundário tardio e *S. versicolor* como pioneiro, indicando estratégias diferentes para melhorias nos tratamentos silviculturais.

Palavras-chave: Pioneer; Secundário; Cerrado; Johnson-Schumacher; Gompertz.

ABSTRACT

With the increasing interest in the use of resources from native forests, it is important to develop tools to the sustainable management of these areas. When considering domestication and planting of native species, it is essential to know the growth rate of each species. Dendrochronology studies with Pantanal species are still scarce. Nevertheless, the few studies found in the literature shows dendrochronology potential to recover past growth information. Thus, the objective of this research was to determine the growth dynamics of *Astronium fraxinifolium*, *Hymenaea stigonocarpa* and *Simarouba versicolor*, three wood species found in natural areas of the Pantanal of Nhecolândia, aiming to subsidize the sustainable management of these species and to use growth information to plan the recovery of degraded areas using these species. Seven discs were collected for each studied species. The growth rings were measured in 8 rays of each sample, to generate growth series. Xx growth models were tested. It was possible to verify distinct growth pattern among the studied species. Gonçalves (Astronium fraxinifolium) presented the smallest mean annual increment (MAI) in diameter (0.39 cm.year⁻¹; standard deviation = 0.14) and Jatobá-do-Cerrado (Hymenaea stigonocarpa) presented average MAI (0.60 cm.year⁻¹; standard deviation = 0.18). However, the highlight was for Simarouba versicolor, the species that showed the highest MAI (0.95 cm.year⁻¹; standard deviation = 0.27). Johnson-Schumacher model presented better adjust for A. fraxinifolium (coefficient of determination (R^2) = 0.97, coefficient of variation (CV%) = 21% and value of F = 86,614.7) and for S. versicolor (R^2 = 0.99, Sxy (%) = 11.3, CV (%) = 11 and F = 175,223). Gompertz model presented better adjust for H. stigonocarpa (R^2 = 0.99, CV (%) = 12 and F = 863,095). The three species presented distinct growth pattern, jatobá-do-cerrado and gonçalo-alves as late secondary and S. versicolor as pioneer, which indicate different strategies for improvements in silvicultural treatments.

Keywords: Pioneer; Secondary; Cerrado; Johnson-Schumacher; Gompertz.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – LOCAL DA ÁREA DE ESTUDO.....	32
FIGURA 2 – PREPARO DAS AMOSTRAS: (A) COLETA DOS DISCOS EM CAMPO E (B) DISCOS LIXADOS EM LIXADEIRA DE MESA.....	33
FIGURA 3 – (A) MARCAÇÃO DO DISCO, (B) DELIMITAÇÃO DO ANEL DE CRESCIMENTO E (C) MEDIÇÃO DOS ANEIS DE CRESCIMENTO.	34
FIGURA 4 – LIMITE DOS ANÉIS DE CRESCIMENTO PARA AS ESPÉCIES: (A) <i>Astronium fraxinifolium</i> , (B) <i>Hymenaea stigonocarpa</i> e (C) <i>Simarouba versicolor</i> de árvores de Cerrado da sub-região da Nhecolândia, Pantanal Matogrossense, Corumbá, MS.....	37
FIGURA 5 – INCREMENTO POR CENTRO DE CLASSE DIAMÉTRICA DE a) <i>Astronium fraxinifolium</i> , b) <i>Hymenaea stigonocarpa</i> e c) <i>Simarouba versicolor</i> , COLETADAS EM ÁREA DE CERRADO NA FAZENDA NHUMIRIM, PANTANAL, CORUMBÁ, MS.....	41
FIGURA 6 – MODELOS DE CRESCIMENTO PARA ÁRVORES DA <i>Astronium fraxinifolium</i> , COLETADAS EM ÁREA DE CERRADO NA FAZENDA NHUMIRIM, PANTANAL, CORUMBÁ, MS.....	44
FIGURA 7 – COMPORTAMENTO DO MODELO DE CRESCIMENTO JOHNSON-SCHUMACHER PARA OS DADOS MENSURADOS DE ÁRVORES DA <i>Astronium fraxinifolium</i> , NO PANTANAL NHUMIRIM, MS.	45
FIGURA 8 – MODELOS DE CRESCIMENTO PARA ÁRVORES DA <i>Hymenaea stigonocarpa</i> , COLETADAS EM ÁREA DE CERRADO NA FAZENDA NHUMIRIM, PANTANAL, CORUMBÁ, MS.....	46
FIGURA 9 – COMPORTAMENTO DO MODELO DE CRESCIMENTO GOMPERTZ PARA OS DADOS MENSURADOS DE ÁRVORES DA <i>Hymenaea stigonocarpa</i> , NO PANTANAL NHUMIRIM, MS.....	47
FIGURA 10 – MODELOS DE CRESCIMENTO PARA ÁRVORES DA <i>Simarouba versicolor</i> , COLETADAS EM ÁREA DE CERRADO NA FAZENDA NHUMIRIM, PANTANAL, CORUMBÁ, MS.....	48
FIGURA 11 – COMPORTAMENTO DO MODELO DE CRESCIMENTO JOHNSON-SCHUMACHER PARA OS DADOS MENSURADOS DE ÁRVORES DA <i>Simarouba versicolor</i> , NO PANTANAL NHUMIRIM, MS.....	49

FIGURA 12 – DISTRIBUIÇÃO DOS RESÍDUOS DOS MODELOS DE CRESCIMENTO PARA <i>Astronium fraxinifolium</i> COLETADAS EM ÁREA DE CERRADO NA FAZENDA NHUMIRIM, PANTANAL, CORUMBÁ, MS.....	52
FIGURA 13 – DISPERSÃO DOS RESÍDUOS DOS MODELOS DE CRESCIMENTO PARA <i>Hymenaea stigonocarpa</i> COLETADAS EM ÁREA DE CERRADO NA FAZENDA NHUMIRIM, PANTANAL, CORUMBÁ, MS.....	53
FIGURA 14 – DISPERSÃO DOS RESÍDUOS DOS MODELOS DE CRESCIMENTO PARA <i>Simarouba versicolor</i> COLETADAS EM ÁREA DE CERRADO NA FAZENDA NHUMIRIM, PANTANAL, CORUMBÁ, MS.....	54
FIGURA 15 – DISPERSÃO DOS RESÍDUOS DOS MODELOS DE VOLUME PARA <i>Astronium fraxinifolium</i> COLETADAS EM ÁREA DE CERRADO NA FAZENDA NHUMIRIM, PANTANAL, CORUMBÁ, MS.....	57
FIGURA 16 – DISPERSÃO DOS RESÍDUOS DOS MODELOS DE VOLUME PARA <i>Hymenaea stigonocarpa</i> COLETADAS EM ÁREA DE CERRADO NA FAZENDA NHUMIRIM, PANTANAL, CORUMBÁ, MS.....	59
FIGURA 17 – CURVAS HIPSOMÉTRICAS E DOS RESÍDUOS, AJUSTADA PELO MODELOS PARA AMOSTRAS DE <i>Astronium fraxinifolium</i> e <i>Hymenaea stigonocarpa</i> COLETADAS EM ÁREA DE CERRADO NA FAZENDA NHUMIRIM, PANTANAL, CORUMBÁ, MS.....	62
FIGURA 18 – CURVA HIPSOMÉTRICA, AJUSTADA PELO MODELO STOFFELS PARA AMOSTRAS DE <i>Astronium fraxinifolium</i> e <i>Hymenaea stigonocarpa</i> COLETADAS EM ÁREA DE CERRADO NA FAZENDA NHUMIRIM, PANTANAL, CORUMBÁ, MS.....	63
FIGURA 19 – INCREMENTO MÉDIO E CORRENTE ANUAL EM DIÂMETRO POR TEMPO DECORRENTE PARA INDIVÍDUOS DE <i>Astronium fraxinifolium</i> PARA ÁREA DE CERRADO NA FAZENDA NHUMIRIM, PANTANAL, CORUMBÁ, MS.....	65
FIGURA 20 – INCREMENTO MÉDIO E CORRENTE ANUAL EM DIÂMETRO POR TEMPO DECORRENTE PARA INDIVÍDUOS DE <i>Hymenaea stigonocarpa</i> PARA ÁREA DE CERRADO NA FAZENDA NHUMIRIM, PANTANAL, CORUMBÁ, MS.....	65

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – MODELOS DE RELAÇÃO HIPSONOMÉTRICA	34
TABELA 2 – MODELOS PARA ESTIMATIVA DE VOLUME DE ÁRVORE INDIVIDUAL	35
TABELA 3 – MODELOS DE CRESCIMENTO	36
TABELA 4 – Número de anéis medidos e diâmetro de árvores de <i>Astronium fraxinifolium</i> (AF), <i>Hymenaea stigonocarpa</i> (HF) e <i>Simarouba versicolor</i> (SV), de Cerrado da sub-região da Nhecolândia, Pantanal Matogrossense, Corumbá, MS.....	38
TABELA 5 – INCREMENTO DE <i>Astronium fraxinifolium</i> , <i>Hymenaea stigonocarpa</i> e <i>Simarouba versicolor</i> COLETADAS EM ÁREA DE CERRADO da sub-região da Nhecolândia, Pantanal Matogrossense, CORUMBÁ, MS. ...	39
TABELA 6 – COEFICIENTES E PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DOS MODELOS CRESCIMENTO PARA <i>Astronium fraxinifolium</i>	43
TABELA 7 – PARÂMETROS ESTATÍSTICOS PARA MODELOS CRESCIMENTO PARA <i>Hymenaea stigonocarpa</i>	45
TABELA 8 – PARÂMETROS ESTATÍSTICOS PARA MODELOS CRESCIMENTO PARA <i>Simarouba versicolor</i>	48
TABELA 9 – COEFICIENTE E PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DOS MODELOS DE VOLUME PARA <i>Astronium fraxinifolium</i> COLETADAS EM ÁREA DE CERRADO NA FAZENDA NHUMIRIM, PANTANAL, CORUMBÁ, MS.....	56
TABELA 10 – VOLUME DE MADEIRA REAL E ESTIMADO PARA <i>Astronium fraxinifolium</i> EM ÁREA DE CERRADO NA FAZENDA NHUMIRIM, PANTANAL DA NHECOLÂNDIA, CORUMBÁ, MS.	58
TABELA 11 – PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DOS MODELOS DE VOLUME PARA <i>Hymenaea stigonocarpa</i> COLETADAS EM ÁREA DE CERRADO NA FAZENDA NHUMIRIM, PANTANAL, CORUMBÁ, MS.	59
TABELA 12 – DIÂMETRO À ALTURA DO PEITO (DAP), ALTURA TOTAL, VOLUME REAL E VOLUMES ESTIMADOS PARA <i>Hymenaea stigonocarpa</i> COLETADAS EM ÁREA DE CERRADO NA FAZENDA NHUMIRIM, PANTANAL, CORUMBÁ, MS.....	60

TABELA 13 – PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DE MODELOS DE RELAÇÃO
HIPSOMÉTRICA PARA AMOSTRAS COLETADAS DE *Astronium fraxinifolium*
e *Hymenaea stigonocarpa* EM ÁREA DE CERRADO NA FAZENDA
NHUMIRIM, PANTANAL, CORUMBÁ, MS..... 61

TABELA 14 – RELAÇÃO DE VOLUME NA IDADE ÓTIMA PARA A ESPÉCIE
Astronium fraxinifolium e *Hymenaea stigonocarpa* COLETADAS EM ÁREA DE
CERRADO.....65

SUMARIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GERAL	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3 REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1 BIOMA PANTANAL E SUAS PROBLEMÁTICAS	16
3.1.1 Bioma Pantanal e suas sub-regiões	17
3.1.2 Projeto Biomas	18
3.2 CRESCIMENTO	19
3.2.1 Conceito	19
3.2.2 Fatores que influenciam o crescimento	21
3.2.3 Formação de anéis de crescimento	23
3.3 TÉCNICAS DE MEDIÇÃO DE ANÉIS	24
3.3.1 Marcação dos anéis de crescimento	24
3.3.2 Dendrocronologia	25
4 MATERIAL E MÉTODOS	26
4.1 CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO	26
4.2 ESPÉCIES ESTUDAS	27
4.2.1 <i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	27
4.2.2 <i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart.	29
4.2.3 <i>Simarouba versicolor</i> St. Hil.	30
4.3 COLETA DOS DADOS	31
4.3.1 Variáveis dendrométricas mensuradas em campo	32
4.3.2 Cubagem rigorosa	33
4.3.3 Coleta e preparo de amostras destrutivas e medição dos anéis de crescimento	33
4.4 ANÁLISE DOS DADOS	34
4.4.1 Ajuste de modelos de relação hipsométrica	34
4.4.2 Ajuste de modelos de volume	35
4.4.3 Ajuste de modelos de crescimento diamétrico	36
4.4.4 Critérios para seleção da melhor equação	36
4.4.5 Decomposição das Classes De Diâmetro	37
4.4.6 Curvas de Maximização dos Incrementos	37

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
5.1 CAMADAS DE CRESCIMENTO	37
5.2 INCREMENTO	39
5.3 INCREMENTO POR CLASSE DE DIÂMETRO	40
5.4 MODELOS DE CRESCIMENTO	43
5.5 ADERÊNCIA DOS MODELOS DE CRESCIMENTO AJUSTADOS	52
5.6 MODELOS PARA ESTIMATIVA DE VOLUME DE ÁRVORE INDIVIDUAL	55
5.7 RELAÇÃO HIPSOMÉTRICA	61
5.8 CURVAS DE MAXIMIZAÇÃO DOS INCREMENTOS	64
6 CONSIDERAÇÕES GERAIS	68
7 CONCLUSÕES	69
REFERÊNCIAS	70

1 INTRODUÇÃO

A Constituição Federal do país declarou o Pantanal como Patrimônio Nacional (BRASIL, 1988), sendo considerada a terceira maior reserva do mundo. Em 2000, o bioma foi considerado pela comissão internacional do Programa “O Homem e a Biosfera” da UNESCO como Reserva da Biosfera. Apresenta ainda o complexo de unidades de conservação do Parque Nacional do Pantanal Mato-Grossense considerado como Patrimônio Natural da Humanidade (UNESCO, 2000a, 2000b). Assim, a responsabilidade em promover a gestão da região sob o prisma de seu relevante interesse aumenta significativamente para os governantes e a sociedade, e demanda a implantação de políticas públicas adequadas às peculiaridades regionais.

Como habitat para a diversidade biológica do mundo e como reguladoras de ambientes local, a preocupação com o uso não sustentável das formações florestais reflete uma avaliação da importância das funções ecológicas e econômicas dessas como provedoras de madeiras e produtos não-madeireiros (PEARCE; PUTZ; VANCLAY, 2003).

Atualmente, a principal atividade econômica do Pantanal é a pecuária extensiva de corte (IBGE, 2007), que utiliza os recursos naturais da região, como as pastagens nativas e também as áreas florestadas. Desde 1979 tem sido denunciado o aumento do desmatamento devido as pastagem na região do Pantanal, com um aumento de área desmatada de 2,24 vezes pelo período de 10 anos (AI DE TI, Pantanal, 1979¹, apud Padovani et al. 2004).

Para dar conta de toda a demanda de madeira local, para a manutenção das propriedades, os produtores e técnicos se preocupam com a sustentabilidade das formações da região pantaneira. Os prestadores de serviços da região têm relatado a substituição de espécies mais utilizadas devido à rara ocorrência de espécies antes disponíveis em maior número. Na literatura são escassas publicações com orientações de como usar esses recursos naturais de forma sustentável, considerando as especificidades da região (MATTOS et al., 2010).

A carência de dados e o desconhecimento do padrão de crescimento de espécies lenhosas em habitat natural é o que dificulta a implementação de planos de manejo que considerem o ritmo de crescimento das espécies

Nota de rodapé:

¹AI DE TI, Pantanal. Revista Campo Agropecuária, v.2, n.15/16, p.16-19, nov./dez. 1979.

(PRIOR et al., 2006), pelo desconhecimento de como as plantas crescem em diferentes condições de solo e como reagem às limitações climáticas.

Assim, a importância no desenvolvimento dessa pesquisa reside na determinação do ritmo de crescimento de espécies nativas do Pantanal, dando subsídios para o planejamento do manejo florestal em condições de floresta natural ou em plantios florestais e tratamentos silviculturais futuros, considerando as particularidades de crescimento de cada espécie.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Determinar a dinâmica de crescimento de três espécies arbóreas em áreas de vegetação natural do Pantanal de Nhecolândia com vistas a subsidiar o manejo sustentável e uso em recuperação de áreas degradadas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Definir o incremento médio e o incremento por classe de diâmetro para *Astronium fraxinifolium*, *Hymenaea stigonocarpa* e *Simarouba versicolor*;
- b) Desenvolver equações de crescimento em diâmetro para cada espécie estudada;
- c) Desenvolver equações de relação hipsométrica e volume para as espécies de *A. fraxinifolium* e *H. stigonocarpa*.
- d) Recomendar aplicações dos resultados, a fim de subsidiar planos para restauração de áreas e de manejo.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 BIOMA PANTANAL E SUAS PROBLEMÁTICAS

Na região Centro Oeste do Brasil encontra-se a área da Bacia do Alto Paraguai, que foi delimitada com 361.666 km², sendo que 138.183 km² (38,21%) da sua área é ocupada pelo Bioma Pantanal, abrangendo cerca de 4,2% do território nacional, sendo assim, considerada a maior planície inundável contínua da América do Sul (BRASIL, 1974). Dentro dessa região pantaneira 48.865 km² (35,36%) encontram-se dentro do estado do Mato Grosso e 89.318 km² (64,64%) no Mato Grosso do Sul (CRISPIM; CARDOSO, 2004; SILVA; ABDON, 1998).

É uma região determinada por um ciclo de inundações e rebaixamento anual das águas, que associada por períodos com inundações mais volumosas alternando com períodos mais secos, acaba marcando a zona de distribuição da vegetação na região (JUNK; SILVA 1999).

A presença de solos mais férteis promove a ocorrência de fragmentos naturais de florestas estacionais semidecíduais e decíduais, incluindo até cactáceas em sua flora, tanto no bioma Cerrado como no Pantanal, relacionados à estacionalidade acentuada e menores níveis de precipitação. A vegetação savânica de cerrado cobre grande parte do Pantanal (DUBS, 1994), enquanto que as formações florestais são também bastante representativas (POTT; POTT, 2003), oferecendo uma ampla gama de habitats, paisagens e produtos madeireiros e não madeireiros.

A vegetação pantaneira pode ser dividida em quatro principais Regiões Fitoecológicas: Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual, Savana Estépica (Chaco) e Savana (Cerrado), além de áreas de refúgios vegetacionais, áreas de formações pioneiras, áreas de contatos florísticos e áreas antrópicas (SILVA et al., 2007).

Devido essa característica impar da região pantaneira, encontramos no mesmo bioma uma gama de diversidade de espécies com diferentes características, que podem ser usadas para diversos fins. Na região há uma intensa extração seletiva de suprimento florestal. Já na década dos anos 90, Silva e Abdon (1998) citam espécies interessantes para uso em diferentes fins

como na alimentação, na medicina, ornamental e ainda relatam espécies com aplicação na área industrial e madeireira como *Tabebuia caraíba*, *Ipomoea carnea*, *Erianthus sacaroides*, *Hymenachne amplexicauli*.

A partir dos anos 70 a atividade agropecuária começou a se expandir na parte alta da bacia do Alto Paraguai (BAP), culminando no aumento do desmatamento sem adesão de boas práticas agrícolas e sem seguir a legislação, principalmente quando se trata da conservação das Áreas de Preservação Permanente (APPs), como nascentes, matas ciliares e encostas, causando um aumento dos processos erosivos e assoreamento dos rios (OLIVEIRA; CALHEIROS, 2005; PADOVANI; ASSINE; VIEIRA, 2005), além de contaminação por pesticidas (MIRANDA et al., 2008; DORES; CALHEIROS, 2008).

Tem ocorrido uma demanda que necessita desenvolvimentos de métodos alternativos de manejo das espécies naturais. No ano de 2000 Padovani et al. (2004) quantificaram a área desmatada em 12.182 km² (8,8% da área total do Pantanal), dentre os municípios observados, onde há a presença do bioma pantanal, os que apresentaram a maior área de desmatamento foi Corumbá (2.537,43 km²), Rio Verde (1.825,21 km²) e Santo Antônio de Leverger (1.611,28 km²). Para pensar em alternativas sustentáveis, tanto para florestas nativas ou plantios florestais, precisa-se conhecer as características estruturais, ecológicas e principalmente o padrão de crescimento das espécies visadas.

Uma das limitações para o uso sustentável é a falta de dados confiáveis sobre incrementos médios anuais de espécies lenhosas em condições naturais e manejadas (PRIOR et al., 2006; MATTOS; SEITZ; SALIS, 2005), dificultando também entender e trabalhar com a espécie, pelo desconhecimento de como as plantas crescem em diferentes condições de solo e como reagem às limitações climáticas. É interessante conhecer o comportamento das espécies para saber como melhor aproveitá-las, utilizando estratégias de manejo.

3.1.1 Bioma Pantanal e suas sub-regiões

No Pantanal, a inundação sazonal determina a estrutura e o funcionamento do ecossistema. Em função dessa inundação pode-se separar a Planície Pantaneira em 11 sub-regiões, distribuídas em 16 municípios, sendo esses denominados Cáceres (9,01%), Poconé (11,63%), Barão de Melgaço (13,15%), Paraguai (5,90%), Paiaguás (16,60%), Nhecolândia (19,48%), Abobral (2,05%), Aquidauana (3,62%), Miranda (3,17%), Nabileque (9,61%) e Porto Murtinho (2,78%) (SILVA; ABDON, 1998).

Como a formação mais expressiva do seu território (36%), cerradão (22%) e o cerrado *sensu stricto* (14%) totalizam a vegetação do cerrado, distribuídas por solos arenosos, ocorrem nas sub-regiões de Aquidauana, Barão de Melgaço, Cáceres, Nhecolândia e Miranda (SILVA et al., 2000).

Em seguida do cerrado, os campos naturais (caracterizado como Savana hipsazonal) refletem 31% da vegetação pantaneira, ocorrendo nas sub-regiões do Abobral, Paiaguás, Nabileque e Nhecolândia (SARMIENTO, 1990; SILVA et al., 2000).

Florestas Semidecídua, associadas a solos mais férteis e bem drenados, ocorre em pedaços das sub-regiões de Poconé e Miranda, que satisfaz a necessidade da vegetação, caracterizando 4% da vegetação total do Pantanal.

Seguindo o curso do rio Paraguai e do Rio São Lourenço, encontra-se a vegetação de mata de galeria, se distribuindo em pequenas porções das sub-regiões do Paraguai (6,7%), Barão do Melgaço (5,2%) e Poconé (4,3%), totalizando 2,4 % da vegetação pantaneira (SILVA et al., 2000).

Compondo o restante da área do Pantanal (26,6%) encontra-se diferentes tipos de floresta, como canjiqueiral, cambarazal, brejo, chaco, entre outros (SILVA et al., 2000).

3.1.2 Projeto Biomas

Conhecendo todas as dificuldades que a falta de conhecimento do padrão de crescimento das espécies fez-se o Projeto Biomas. Iniciado em 2010, fruto de uma parceria entre a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), com a participação de mais de trezentos pesquisadores e professores de diferentes

instituições, com prazo de execução de nove anos. Com o objetivo de viabilizar soluções com árvores para a proteção, recuperação e o uso sustentável de propriedades rurais nos seis diferentes biomas brasileiros, o projeto visa pesquisar formas de avaliar o uso da árvore, seja em Áreas de Preservação Permanente - APP, Área de Reserva Legal - ARL, ou mesmo em Áreas de Sistemas Produtivos – ASP (BIOMAS, 2015).

3.2 CRESCIMENTO

Entender a importância que o estudo de crescimento tem é observar como este pode influenciar na dinâmica florestal, que engloba as mudanças estruturais da floresta que ocorrem ao longo do tempo, incluindo seu comportamento em resposta a distúrbios naturais (PRETZSCH, 2009).

3.2.1 Conceito

O resultado da atividade dos tecidos meristemáticos é o crescimento apical e radial (crescimento em altura e diâmetro respectivamente) que representam uma fração bastante pequena da massa total da árvore (KRAMER; KOZLOWSKI, 1979).

Mediante multiplicação celular e ao crescente aumento do volume dos órgãos e tecidos acarreta o crescimento das plantas, que decorre continuamente durante sua vida. Esse desenvolvimento acarreta em mudanças nas funções das plantas, estrutura, e em partes durante todo o seu desenvolvimento (germinação, juvenilidade, maturação, reprodução, senilidade e morte), por meio do aumento volumétrico dos tecidos e órgãos e da multiplicação (FRITTS, 1976).

Na fase vegetativa, iniciando com a germinação da semente até a planta adulta, é onde ocorre o pico das atividades metabólicas (fotossíntese, respiração e absorção), o que culmina no período de maior crescimento em extensão e diâmetro da árvore (FRITTS, 1976).

A fase de reprodução, desde o início da floração até a formação dos frutos e sementes, é onde inicia-se a maturidade. Competindo com o

crescimento começa a produção de flores e frutos, pegando as reservas usadas na produção das gemas (FRITTS, 1976).

A senescência (envelhecimento) da planta é onde se observa um decréscimo ininterrupto da atividade metabólica, diminuição do crescimento cambial e apical, produção de folhas pequenas e poucas flores e sementes, reduzindo também a capacidade de germinação das sementes produzidas (FRITTS, 1976).

O processo resultante de combustão dos carboidratos produzidos na fotossíntese é denominado a respiração, disponibilizando, assim, a energia aprisionada que se localiza nesses compostos, sendo utilizada para a manutenção do metabolismo vegetal e de seus processos fisiológicos. Por isso entende-se que a medida que a planta cresça, também há um aumento no processo respiratório (PEIXOTO; DA MATA; CAMBRAIA, 2002).

A atividade do câmbio não é contínua no tempo nem no espaço. Pode ocorrer generalizadamente na árvore toda em determinadas épocas e, em outras - como durante as secas, por exemplo - pode ser localizada. Uma árvore produz uma camada de xilema que varia em espessura a diferentes alturas do tronco e galhos; numa mesma altura varia em espessura ao redor da árvore. A duração da atividade cambial varia de acordo com o clima, espécie, classe de copa e posição na árvore, continuando por mais tempo nas partes superior do fuste do que nas inferiores (KRAMER; KOZLOWSKI, 1979).

O tronco é composto substancialmente por raios, vasos, parênquima longitudinal, fibras e traqueídeos, cerne e alburno. O tronco é caracterizado por três regiões de crescimento: o meristema apical e os câmbios primários e secundários. O crescimento em altura é responsabilidade do meristema apical, que também dá origem aos tecidos primários. Localizado entre a casca e o lenho, o câmbio primário divide-se em células de xilema para o interior e células de floema na parte externa dessa pequena faixa de células. No estágio vegetativo o crescimento em diâmetro é maior e com o passar do tempo tende a diminuir. Um dos principais elementos que interferem no aumento do diâmetro é a formação do cerne. A aparição dos anéis de crescimento é resultado da sazonalidade anual que a região apresenta (FRITTS, 1976).

Informações como o crescimento das árvores interferem diretamente na elaboração de um plano de manejo sustentável de florestas naturais, pois

precisa-se conhecer o comportamento da planta para se estabelecer ciclos e taxas de corte compatíveis com o ritmo de crescimento das espécies de interesse (FRITTS, 1976).

Com uma avaliação precisa do crescimento pode-se ter estimativas seguras da capacidade produtiva de um plantio florestal. É necessário averiguar o potencial produtivo de cada povoamento em diferentes sítios, para a elaboração de planos de manejo, de maneira que o crescimento e a produção possam ser prognosticados (ALEMDAG, 1991). Conhecimento da taxa de crescimento e a produção por unidade de área, segundo a idade, a capacidade produtiva e a densidade são necessários para uma decisão correta sobre a época de corte de cada povoamento, espécie ou de cada talhão (ROSAS, 1994).

Outra análise importante são às características morfométricas. Estudos do crescimento de árvores baseados em suas características singulares (dimensões, relações morfométricas) e em razão de fatores ambientais, têm sido muito enfocados nos últimos anos (VANCLAY, 1994; ROMAN; BRESSAN; DURLO, 2009; DURLO; DENARDI, 1998) pela possibilidade de seu uso para modelagem do crescimento florestal.

3.2.2 Fatores que influenciam o crescimento

As condições básicas necessárias para que ocorra o crescimento é junção dos fatores exógenos (água, oxigênio, gás carbônico, temperatura e luz), que são fatores envolvidos na realização da fotossíntese, e fatores endógenos, sendo esses os tecidos em estágio potencial de crescimento, controle genético, síntese e ação de hormônios de crescimento (FRITTS, 1976).

O crescimento e desenvolvimento de uma árvore é fortemente influenciado pelas condições do seu meio. Segundo Billings (1962), ou seja, o crescimento é o conjunto de todas as influências e substâncias externas afetando em conjunto a estrutura, o crescimento e a reprodução daquela árvore.

No entanto, percebe-se que o crescimento também é influenciado pela carga genética que aquela árvore carrega. Resumindo, dependendo das

possibilidades hereditárias daquela árvore, um meio desfavorável pode sim reduzir o crescimento, pois ele influencia em diferentes processos fisiológicos essenciais (CHAGAS CAMPOS, 1970).

O ambiente em que a planta se encontra também é um dos fatores que se deve levar em consideração na hora de entender seu comportamento. Fatores climáticos como temperatura, luz e precipitação, e fatores edáficos são consideradas variáveis de suma importância. Em certas condições esses fatores podem influenciar o sistema que regula o crescimento (TRENARD, 1982).

A temperatura, a radiação e a umidade podem interferir no crescimento e no desenvolvimento das plantas de três maneiras: por indução, iniciação ou na parte final do processo de desenvolvimento (atuando na regulação temporal). Essa interferência pode ser de maneira quantitativa, atingindo a velocidade e extensão do crescimento, e de maneira formativa, induzindo a morfogênese e o tropismo (FRITTS, 1976).

O crescimento associado a fatores edáficos é influenciado pela fertilidade ou aeração do solo. Dependendo da qualidade do solo, o potencial de crescimento das espécies pode variar dentro de um mesmo sítio (CHAGAS CAMPOS, 1970).

Outro fator que influencia o crescimento é o efeito fisiográfico. Segundo Polunin (1960) são árvores que sofrem influência pela estrutura e modificações da superfície terrestre, ou seja, tem que considerar as condições topográficas, o grau de declividade, sedimentações e erosões do terreno.

O espaço em que as árvores se distribuem determina sua taxa de crescimento, ou seja, a competição que o indivíduo sofre pelas suas vizinhas determina a intensidade de seu crescimento. A competição está ligada diretamente ao espaço vital que cada árvore dispõem e essa disputa por território acarreta na eliminação dessas devido à seleção natural (KRAMER; KOSLOWSKI, 1960; HILEY, 1959).

O crescimento em diâmetro também é fortemente influenciado pelas condições hídricas do local. Ele acontece quando os produtos da fotossíntese aumentam, sendo assim sensível a disponibilidade de água. Essa suscetibilidade à umidade do solo deu o embasamento para a dendrocronologia (SILVA et al., 2009; LARCHER, 2000).

3.2.3 Formação de anéis de crescimento

Valor de produção por unidade dos elementos que estão estimulando o crescimento é denominados medidas dos parâmetros de crescimento como os incrementos correntes anuais em altura e a largura dos anéis anuais (DUFF; NOLAN, 1957). A formação dos anéis de crescimento está ligadas obrigatoriamente há um período de estresse fisiológico durante o ano (ENCINAS; SILVA; PINTO, 2005).

A distribuição contínua de camadas de tecidos lenhosos no fuste, em virtude da atividade cambial periódica, transforma-se nos anéis de crescimento. Assim, é possível observar ano após ano as camadas se sobrepondo e dando forma ao material lenhoso, formando então os anéis de crescimento (ENCINAS; SILVA; PINTO, 2005).

O anel de crescimento compõe-se em duas partes: inicial (primaveril) e tardio (outonal). No lenho inicial suas células têm como características paredes finas e lúmens grandes, apresentando assim uma coloração mais clara, sendo formadas no começo de cada estação de crescimento (RICHTER; BURGER, 1978). Já no lenho tardio, que ocorre no final do período vegetativo, há uma redução da atividade cambial, formando assim células com paredes espessas e lúmens menores, apresentando assim uma coloração mais escura. Quando as células iniciais e tardias se encontram é possível observar um contraste entre as duas camadas, determinando assim o limite do anel de crescimento.

A época em que é possível observar uma alta atividade cambial é no verão, ou em certas regiões, no período chuvoso, e no inverno ou período de seca, registra-se uma diminuição e/ou cessação da atividade cambial (FERREIRA, 2002).

Devido a diferença observada das propriedades físicas dos elementos do Xilema (que são produzidos no período de crescimento cíclico), consegue-se, com a utilização de um microscópio, visualizar os anéis de crescimento, sendo possível até em algumas espécies o reconhecimento desses anéis a olho nu (BROWN, 1974).

É possível observar em espécies que são naturais dos trópicos, muitas sendo angiospermas, a formação de anéis de crescimento. Suas madeiras

apresentam anéis de crescimento delimitados pela presença de células parenquimáticas, formando uma faixa, que combinada com a porosidade do anel, forma assim os anéis de crescimento como em *Parapiptadenia rigida* ou porosidade em anel semi-circular como em *Cedrela fissilis* e *Cordia trichotoma* (AMARILLA et al., 1989).

Assim, o número de pesquisa vem aumentando e os autores vêm investindo cada vez mais no estudo do comportamento do crescimento e a fenologia sazonal de espécies tropicais e subtropicais (CALLADO; GUIMARÃES, 2010; WORBES, 2010; COURALET et al., 2010; PUMIJUMNONG, 2013; GEBREKIRSTOS et al., 2014).

3.3 TÉCNICAS DE MEDIÇÃO DE ANÉIS

3.3.1 Marcação dos anéis de crescimento

Os estudos dos anéis de crescimento são a alternativa para recuperação das informações de crescimento de forma mais rápida já sendo uma opção de metodologia por diversos autores (CANETTI et al., 2016; BRIENEN; ZUIDEMA, 2006; SCHÖNGART et al., 2005).

Em amostras retiradas de árvores, tanto de modo destrutivo e não destrutivo, pode-se observar os anéis de crescimento (FRITTS, 1976). Para facilitar a marcação dos anéis de crescimento pode-se utilizar dos recursos de lentes, corantes, luz, álcool, gasolina, raios ultravioletas, polidez da superfície e leve queimadura da superfície dos discos amostrais.

Na base do tronco é o local mais indicado para a contagem dos anéis de crescimento, pois apontará com maior precisão a idade do indivíduo estudado. Já na parte superior do tronco não será possível observar todos os anéis de crescimento que se podem encontrar naquele indivíduo, pois todas as camadas de formação se acumulam na parte inferior do fuste (FRITTS, 1976).

Usa-se o diâmetro a altura de 1,30m do solo (DAP) em função da possibilidade do comparativo, por essa altura ser usada tradicionalmente à trabalhos que fazem menção ao crescimento das plantas; quando adulta, nessa altura, a árvore sofre menos influência do tecido de raiz, que se trabalhado a análise do disco na base do tronco acarretaria superestimação do

crescimento; também reflete menos a influência das adversidade do ambiente que o indivíduo passou nos primeiros (SCOLFORO; THIERSCH, 2004; MACHADO; FIGUEIREDO FILHO, 2014).

3.3.2 Dendrocronologia

Grissino-Mayer (1996) define a Dendrocronologia sendo análise dos padrões de tempo e espaço utilizando os anéis de crescimento datado. Vê-se uma possibilidade de se estabelecer uma relação entre os processos físicos e biológicos que se relaciona com as condições ambientais que interferiu tanto no passado como no presente.

Analisando anéis de crescimento de uma árvore é possível investigar o processo histórico do meio pelo qual o indivíduo passou danos mecânicos, como por exemplo, incêndios e geadas apresentam marcas específicas (ECKSTEIN, 1999).

A análise dos anéis de crescimento, além de mostrar o histórico pelo qual aquela árvore passou, as características do lenho inicial e tardio podem ser usadas como variáveis adicionais. Como também em espécies decíduas o tamanho dos vasos tem sido usado como bom parâmetro (ECKSTEIN, 1999).

A dendrocronologia apresenta os resultados precisos num tempo muito curto do histórico daquela árvore (HUSCH; MILLER; BEERS, 1982; AKACHUKU, 1984; SPIECKER, 2002; MATTOS et al., 2011), consegue-se obter dados de diversas árvores e espécies diferentes num curto prazo, dando possibilidade para analisar o padrão de crescimento em diferentes ambientes, entendendo suas limitações.

Compreendendo o comportamento das espécies por meio dos dados retirados a partir dos anéis de crescimento, gera a possibilidade de se criar planos de manejos, como muitos pesquisadores vêm utilizando tais dados para calcular intervalos de ciclos de corte de florestas naturais nos trópico (BRIENEN; ZUIDEMA, 2006; COURALET et al., 2005; MATTOS; AGUSTINI; ALVAREZ, 2010; SCHONGART, 2008).

Vem crescendo o número de estudos de anéis de crescimento em árvores tropicais. Esse interesse se dá há uma necessidade crescente de entender como os fatores ambientais se relacionam com o ritmo de

crescimento de determinada espécie, afetando assim a produção de madeira e sua qualidade; com o intervalo de rotação e taxas de reposição; e com sua capacidade de regeneração (SAMPAIO et al., 1998; PEREIRA et al., 2001; BARBOSA; BARBOSA; LIMA, 2003; MATTOS et al., 2004, 2015; BORTOLI; MATTOS; SALIS, 2005).

Quando se compreende o ritmo de crescimento de espécies arbóreas, é possível, a partir deste ponto, estimar a idade através do seu diâmetro, podendo aplicar tais dados para elaboração de manejo de florestas tropicais e subtropicais e a dendrocronologia contribui diretamente para se obter esses resultados. Dados obtidos pela análise de séries históricas de crescimento torna possível determinar um ponto máximo de desenvolvimento da estrutura dessa espécie estudada, viabilizando determinar diâmetros limite de corte, dinâmica histórica, estudo da estrutura diamétrica (MATTOS et al., 2011).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO

O material de estudo é proveniente da Fazenda Nhumirim – sede da Embrapa Pantanal – que se localiza a cerca de 160 km de Corumbá (MS), abrangendo a região pantaneira da Nhecolândia. A fazenda Nhumirim possui um bom nível de preservação ambiental que expressa essa individualidade da Nhecolândia. Área selecionada pelo projeto Biomas para desenvolvimento das atividades de caracterização da vegetação nativa em ocorrência natural (EMBRAPA, 1997).

Sendo uma sub-região do Pantanal, suas características são as mesmas quando se trata das influências das inundações sazonais, relevo e solo, os quais são fatores determinantes de como as unidades de vegetação se distribuem, porém fatores bióticos e abióticos característicos da Nhecolândia acarretam peculiaridades para a área, onde muitas vezes acaba deixando de ocorrer espécies típicas de outras regiões pantaneiras (EMBRAPA, 1997).

Na Nhecolândia, especificamente na Fazenda Nhumirim, sua vegetação é influenciada pela baixa declividade do relevo e pelo comportamento do lençol freático em função das chuvas. Pode-se encontrar

mais de 700 árvores por hectare, com uma diversidade de 3,36 (índice de Shannon) (EMBRAPA, 1997; SALIS et al., 2006).

A sub-região da Nhecolândia concentra-se quase toda no município de Corumbá, mas ainda agrega área dos municípios de Rio Verde de Mato Grosso e Aquidauana (SILVA; ABDON, 1998). Compreende a área localizada entre os rios Taqueri e Negro, e ainda faz parte do leque aluvial do Taquari (GARCIA; CASTRO, 1986). É uma das maiores dentre as 11 sub-regiões do Pantanal, representando 19,48 % (SILVA; ABDON, 1998). É uma região que compõe unidades campestres e de cerrado (SANTOS, 2001).

O total anual de precipitação, normal para aquela região, é de 1.180,8 mm. Ocorrem duas estações definidas: entre abril e setembro uma estação considerada seca (267,6 mm de precipitação total), e chuvosa de outubro a março (913,2 mm de precipitação total). A temperatura do ar média anual é de 25,4°C, nos meses de seca sua temperatura é mais constante, com uma média é de 27°C, já no período de chuva observa-se uma temperatura mais heterogênea, variando de 20,9 até 26,3 °C, com uma média de 21°C. (SORIANO, 2005).

A baixa declividade da planície dificulta o escoamento das águas, em combinação com mesorelevo, origina o aparecimento de ambientes característicos, associados à vegetação em mosaico, como as “cordilheiras” (antigos diques fluviais), sendo comum deparar-se com vegetação arbórea mais densa (ADÁMOLI, 1982) como cerrado, floresta estacional e mata ciliar num espaço de 100 m de cordilheira (POTT; POTT, 2003), e os campos inundáveis com predomínio de herbáceas, resultando em um mosaico de habitats, com diferentes fitofisionomias (ADÁMOLI, 1982).

4.2 ESPÉCIES ESTUDAS

4.2.1 *Astronium fraxinifolium* Schott

Pertencente à família Anacardiaceae, composta por 60 a 80 gêneros e 600 espécies, é conhecida por ter uma grande importância econômica em diferentes aspectos, como alimentação, na medicina, extração de tanino e

verniz, paisagismo e também na utilização da madeira (BARROSO, 1984; CRONQUIST, 1981; WILLIS, 1973).

Sobre o gênero *Astronium*, compondo vegetações de diferentes ambientes, suas espécies são conhecidas por produzirem madeiras de boa qualidade, por isso são exploradas comercialmente (SANTIN, 1989).

Astronium fraxinifolium Schott, popularmente denominado por gonçalo-alves, tem sua madeira com coloração avermelhada com listas negras, possuindo uma densidade de $1,09 \text{ g.cm}^{-3}$ é vista como uma madeira pesada, rígida e com uma grande durabilidade sob condições naturais (LORENZI, 1992), por ser uma madeira durável, é muito usada na confecção de móveis de luxo, fabricação de pisos, batentes, postes, mourões, construção civil e naval, possuindo assim, grande importância econômica (PEREIRA NETO et al., 2014; SANTIN, 1989). Em aspecto industrial, na Colômbia, ela tem grande importância pela característica marcante da resistência de sua madeira (ROMERO, 1983).

Sua casca é adstringente e utilizada em tratamentos médicos contra diarreias e hemorroidas. Suas folhas possuem ação anti-séptica, indicadas no tratamento de úlceras da pele. Quando maceradas e sob forma de infusão, suas raízes podem ser usadas no tratamento de reumatismo (LORENZI, 1992).

Sendo encontrado em terrenos rochosos e secos, onde forma agrupamentos descontínuos, é ecologicamente classificado como planta decídua e seletiva xerófila. Produz anualmente grande quantidade de sementes, facilmente disseminadas pelo vento. Floresce durante os meses de agosto e setembro, com a planta despida de sua folhagem (LORENZI, 1992).

Gonçalo-alves apresenta desenvolvimento rápido no campo e tem ocorrência ampla no cerrado brasileiro, geralmente sendo encontrado em ambientes alterados, como em bordas rodovias ou remanescentes florestais (AGUIAR et al., 2001).

Embora tenha mostrado essa alta abundância nos cerrados, em 1992, *A. fraxinifolium* entrou para a lista do IBAMA de espécies ameaçada de extinção (IBAMA, 1992), sendo observada em campo uma diminuição da ocorrência nos pequenos fragmentos florestais e na vegetação que ocorre às margens de rodovias, principalmente na região centro-oeste, ocasionadas pela

exploração da espécie e a falta de seu uso em reflorestamentos (AGUIAR et al., 2001).

É possível entender a importância da espécie quando essa foi escolhida pela Embrapa para ser levado pelo astronauta brasileiro Marcos Pontes ao espaço, com a finalidade de avaliar a germinação de suas sementes em condições de microgravidade (ROMERO, 2006).

4.2.2 *Hymenaea stigonocarpa* Mart.

Hymenaea stigonocarpa Mart. ex Hayne é uma arbórea da família Fabaceae que ocorre em áreas de cerrado e cerradão, tendo registro no Bahia, São Paulo, Ceará, Distrito Federal, Rio Grande do Norte, Goiás, Maranhão, Minas Gerais, Pernambuco, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Piauí (CARVALHO, 2007; LORENZI, 1992). Conhecida também por: jatobá-do-cerrado, jatobá-capão, jatobá-açu, jatobaeiro, jatobá-do-campo, jataí-de-piauí, jatobá-capo, jatobá-de-vaqueiro, jatobaí, jatobá-da-casca-fina, jitaí, jutaí e jutaicica (BOTELHO et al., 2000; CARVALHO, 2007).

Atingindo até 10 m de altura (ALMEIDA, 1998), o florescimento do jatobá ocorre de dezembro a março, frutificando de julho a outubro, no cerrado e cerradão (ALMEIDA; SILVA; RIBEIRO, 1987). Seus frutos têm formato de vagens arredondadas, de cor escura, com sementes envolvidas por uma polpa amarelo-pálida, farinácea, adocicada, comestível, de sabor e aroma característico (ALMEIDA, 1998; SILVA et al, 2001a).

De acordo com Carvalho (2007), o jatobá é uma espécie recomendada para a recuperação de áreas degradadas e, como é bastante procurada pela fauna, torna-se uma espécie apta para essa finalidade. Além de ser espécies apreciadas para usar em recuperação de áreas degradadas, suas atratividades secundárias também poderia chamar atenção dos pequenos produtores.

O jatobá pode ser utilizado para inúmeros fins. Sua madeira apresenta massa específica aparente (densidade): madeira densa - $0,90 \text{ g.cm}^{-3}$ e massa específica básica: $0,775 \text{ g.cm}^{-3}$ (VALE et al., 2001), sendo uma madeira apreciada para a construção civil e naval (JENRICH, 1989).

A árvore é considerada ornamental, própria para arborização urbana, podendo-se extrair da sua entrecasca, por meio de cozimento, uma tinta de cor

vermelha. Da casca do Jatobá produz-se um chá, usado para problemas renais, de fígado e infecções intestinais; e ainda cicatrizante e expectorante. Sua polpa é utilizada na medicina popular como laxante. A planta ainda apresenta potencial melífero. Mas é na alimentação humana que o jatobá é ricamente aproveitado, sendo sua polpa farinácea, utilizada para produzir geleias, licores, bolos, pães, mingaus; além de poder ser consumida in natura (BRANDÃO, 1991; LORENZI, 1992; ALMEIDA, 1998; SILVA et al., 2001a; 2001b). Contudo, a exploração desta fruteira é realizada de forma extrativista. Esta espécie possui alto valor econômico pela qualidade de sua madeira, resinas e frutos comestíveis com casca rica em tanino, o que resulta num aumento da procura dessa espécie para plantios comerciais (VIEIRA; OLIVEIRA; LAURA, 2008).

Suas características silviculturais mostram que o jatobá-do-cerrado é uma espécie heliófila, que não tolera baixas temperaturas. Tem por hábito ser uma espécie com ramificação simpodial inerente, irregular e variável, com tronco curto, sem definição de dominância apical, com ramificação pesada e várias bifurcações. Apresenta desrama natural deficiente, necessitando de podas periódicas de condução, para apresentar fuste definido. O método para regeneração indica que o jatobá-do-cerrado pode ser plantado em plantio puro, em pleno sol, sob espaçamento denso. Contudo, o comportamento silvicultural dessa espécie é melhor em plantio misto em pleno sol, associado com espécies pioneiras (CARVALHO, 2007). Apresenta boa brotação da touça; podendo ser manejada pelo sistema de talhadia (BARROS, 1965/1966).

Existem poucos dados de crescimento do jatobá-do-cerrado, contudo seu crescimento é lento (VALE et al., 2001).

4.2.3 *Simarouba versicolor* St. Hil.

Com 32 gêneros e 250 espécies distribuídos por todo o trópico, sendo possível encontrar distribuídos pelo território brasileiro 7 gêneros, a madeira das espécies da família Simaroubaceae tem sido aproveitada para construções, justamente pelas qualidades que suas madeiras oferecem, e também muito usada na medicina (VIEIRA, 1995; HALL et al., 1983).

Simarouba versicolor A. St.-Hil., pertencente à família Simaroubaceae, é conhecida popularmente como perdiz, caraíba, mata-cachorro, mata-menino, paparauba, paraíba, pau-caixeta, pauparaiba, pé-de-perdiz, pitombeira-de-marajo, simaruba-do-brasil, sendo descrita como árvore de porte regular e elegante, de casca esbranquiçada e meio esponjosa (MESQUITA, 1997).

Suas folhas são alternas, compostas por folíolos luzentes na borda superior. Flores verdoengas, em cachos pequenos. A análise bromatográfica dos extratos clorofóricos e acetatos de etila retirados do lenho do perdiz revelou o isolamento dos quassinóides, excelsina e 11-acetato-amarolídeo, sendo que a excelsina foi isolada pela primeira vez nesse gênero (MESQUITA, 1997).

No Brasil, é encontrada desde o Nordeste até o Estado de São Paulo e em alguns pontos dos Estados do Pará e Mato Grosso do Sul (LORENZI, 1998).

Por ser raramente pastejada no Pantanal, o produtor da região creem que a planta seja tóxica (POTT; POTT 1994). Porém o que vem sendo observado em estudos é o seu possível potencial em atividade inseticida, que já é uma característica das espécies do gênero *Simarouba*, possuindo agentes anticancerígenos, antivirais, antiinflamatórios, inseticidas e amibácidos (POLONSKY, 1985; 1973).

É uma planta que tem sido usada na medicina popular, sendo uma espécie brasileira com propriedade semelhante a cascara amarga (*Simarouba amara*). Os frutos e a casca são usados como anti-helmíntico e a infusão da casca tem efeito antipeçonhento. A casca tem sabor amargo e os insetos não a atacam. Acredita-se que o pó da casca tem atividade vermícida (CARVALHO et al., 2012).

Com uma densidade de $0,48 \text{ g.cm}^{-3}$, sua madeira é considerada leve, porosa, não tem uma boa resistência mecânica, porém observa-se uma resistência ao ataque de cupins de madeira seca (LORENZI, 1998), sendo usada principalmente em construção rural, fabricação de papel, carpintaria, em miolos de compensados, em brinquedos, caixas para charutos e cigarros, palitos de dente e fósforo e urna funerária (GRIEVE, 2015).

4.3 COLETA DOS DADOS

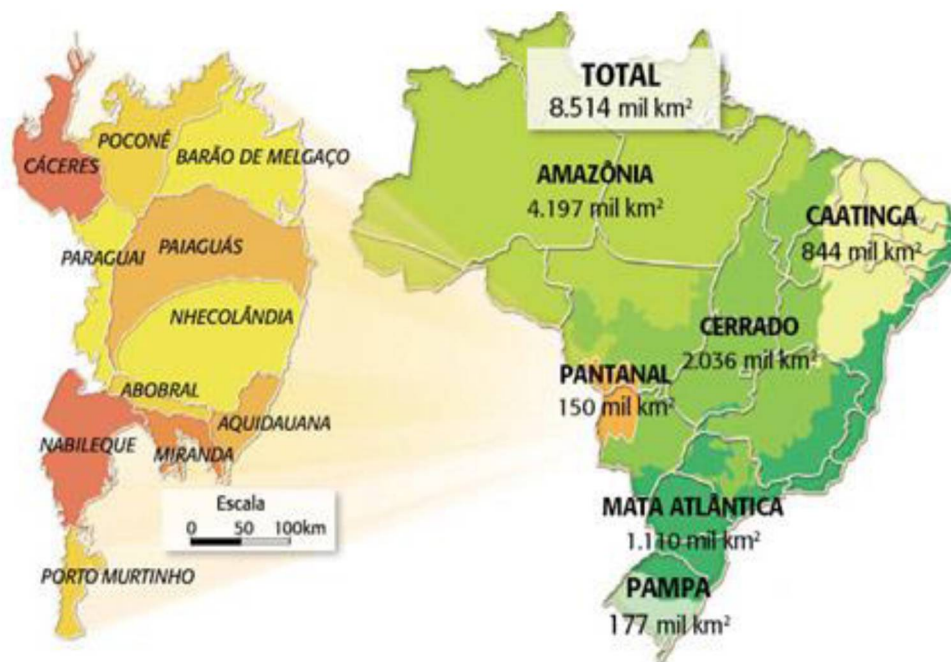
A coleta dos discos do caule das árvores foi realizada na fazenda Nhumirim, localizada na sub-região da Nhecolândia (18°59'S e 56°38'W), município de Corumbá, Mato Grosso do Sul, de propriedade da Embrapa Pantanal (FIGURA 1).

A coleta foi realizada entre os anos de 2014 e 2015, selecionando árvores com boa formação de copa, fuste, não detectando danos permanentes. Houve uma representação de amplitude diamétrica das espécies na região.

O local onde as árvores foram selecionadas era um espaço aberto de vegetação de cerrado, ambiente manejado de gado, mas sem degradação evidente da vegetação por influência antrópica.

Para avaliar o comportamento das espécies da região Pantaneira três espécies foram selecionadas, gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium*), jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa*), e perdiz (*Simarouba versicolor*), coletando discos de 7 árvores por espécie.

FIGURA 1 – LOCAL DA ÁREA DE ESTUDO



FONTE: Revista Globo Rural, 2009.

4.3.1 Variáveis dendrométricas mensuradas em campo

- a) Diâmetro à altura do peito (DAP): medido com fita métrica, em cm, a uma altura de 1,30 m de altura do solo.
- b) Altura do fuste e total: medida após a derrubada, com trena.

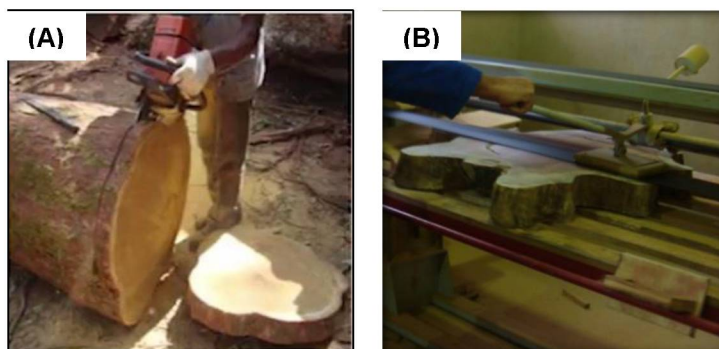
4.3.2 Cubagem rigorosa

Para as espécies de *Astronium fraxinifolium* e *Hymenaea stigonocarpa*, de cada árvore selecionada para o estudo, foi efetuada a cubagem rigorosa, medindo da base até o topo de todos os segmentos até 4,0 cm de diâmetro com casca, estabelecido como o limite de diâmetro comercial. Com a medida dos diâmetros e o comprimento de cada segmento foi calculado o volume total de cada indivíduo pelo método de Smalian.

4.3.3 Coleta e preparo de amostras destrutivas e medição dos anéis de crescimento

Para cada uma das árvores selecionadas, foram coletados discos de 1,30 m de altura do solo (DAP), sendo secos em temperatura ambiente, passando por lixadeira de mesa e polidos manualmente por lixas seguindo a equência de grã 180, 220, 320 e 400, para possibilitar a melhor visualização dos anéis de crescimento (FIGURA 2).

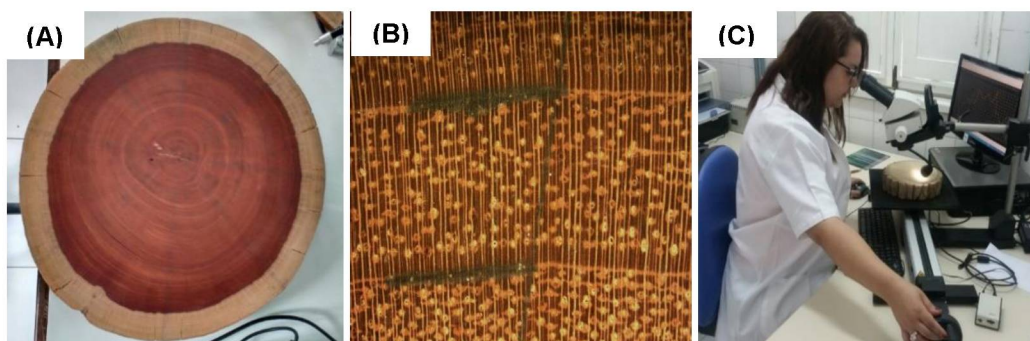
FIGURA 2 – PREPARO DAS AMOSTRAS: (A) COLETA DOS DISCOS EM CAMPO E (B) DISCOS LIXADOS EM LIXADEIRA DE MESA



FONTE: OLIVEIRA (2014).

Após coleta e preparo dos discos, os anéis de crescimento foram identificados e mensurados em oito raios, com o auxílio de um microscópio estereoscópico, mesa de mensuração de anéis de crescimento LINTAB, com precisão de 0,01 mm, e o programa TSAPWin (FIGURA 3).

FIGURA 3 – (A) MARCAÇÃO DO DISCO, (B) DELIMITAÇÃO DO ANEL DE CRESCIMENTO E (C) MEDIÇÃO DOS ANEIS DE CRESCIMENTO.



FONTE: A e B, a autora (2018); C, Aline Canetti (2018).

As séries de anéis medidos de cada árvore foram datadas entre si e entre árvores.

4.4 ANÁLISE DOS DADOS

Os modelos de crescimento, altura e volume foram testados utilizando-se o software Statistical Analysis Software – SAS 8.0, a fim de aumentar a precisão dos dados amostrados, foi utilizado o procedimento bootstrap (DAVISON; HINKLEY, 1997), simulando novas trajetórias de crescimento para 100 indivíduos (BRIENE; ZUIDEMA, 2006), refazendo combinações entre anéis de crescimento das árvores amostradas.

4.4.1 Ajuste de modelos de relação hipsométrica

Com base nos dados de DAP, juntamente com suas respectivas alturas, serão utilizados para o ajuste de diferentes modelos de relação hipsométrica, de modo a estabelecer uma relação altura/diâmetro para a vegetação da área estudada (TABELA 1).

TABELA 1 – MODELOS DE RELAÇÃO HIPSONÉTRICA

Denominação	Modelos Hipsométricos
Linear simples	$h = \beta_0 + \beta_1 d + \varepsilon$
Trorey	$h = \beta_0 + \beta_1 d + \beta_2 d^2 + \varepsilon$
Assmann	$h = \beta_0 + \beta_1 / d + \varepsilon$
Henricksen	$h = \beta_0 + \beta_1 \ln(d) + \varepsilon$
Stoffels	$\ln(h) = \beta_0 + \beta_1 \ln(d) + \varepsilon$
Curtis	$\ln(h) = \beta_0 + \beta_1 / d + \varepsilon$

FONTE: Burkhart; Tomé (2012).

NOTA: d = diâmetro a 1,30 m de altura do solo (cm); h = altura total (comercial ou do fuste) (m); \ln = logaritmo neperiano; β_i = parâmetros do modelo ajustado ($i=0, 1, 2...n$); e ε = erro de estimativa.

4.4.2 Ajuste de modelos de volume

Para a estimativa do volume individual com casca das árvores selecionadas de cada espécie, serão utilizados modelos matemáticos de simples entrada (utilizam somente o DAP como variável independente) e dupla entrada (utilizam DAP e altura) (TABELA 2).

TABELA 2 – MODELOS PARA ESTIMATIVA DE VOLUME DE ÁRVORE INDIVIDUAL

Denominação	Volume
Brenac	$\ln vol = \beta_0 + \beta_1 \ln d + \beta_2 1/d$
Hohenadl & Krenn	$vol = \beta_0 + \beta_1 d + \beta_2 d^2$
Husch	$\ln vol = \beta_0 + \beta_1 \ln d$
Kopezki & Gehrardt	$vol = \beta_0 + \beta_1 d^2$
Naslund modificado	$vol = \beta_0 + \beta_1 d^2 + \beta_2 d^2 h + \beta_3 dh^2 + \beta_4 h^2$
Schumacher & Hall	$\ln vol = \beta_0 + \beta_1 \ln d + \beta_2 \ln h$
Spurr	$\ln vol = \beta_0 + \beta_1 \ln d^2 h$

FONTE: Burkhart; Tomé (2012).

NOTA: \ln = logaritmo neperiano; h = altura total; vol = volume; d = diâmetro da árvore à 1,30 m e β_n = coeficientes de regressão dos modelos.

4.4.3 Ajuste de modelos de crescimento diamétrico

Após verificação dos valores de incremento corrente anual para as árvores selecionadas, para a caracterização do crescimento das diferentes espécies estudadas, foram ajustados modelos de crescimento em diâmetro (TABELA 3).

TABELA 3 – MODELOS DE CRESCIMENTO

Equação testada	Modelo	Restrições dos parâmetros
Gompertz	$dap = \beta_0 e^{-\beta_1 e^{-\beta_2 t}}$	$\beta_2 > 0$
Johnson-Schumacher	$dap = \beta_0 e^{\frac{-\beta_1}{i + \beta_2}}$	$\beta_1 > 0$
Linear	$dap = \beta_0 + \beta_1 i$	$\beta_1 > 0$
Monomolecular	$dap = \beta_0 \left(1 - \beta_1 e^{-\beta_2 i}\right)$	$\beta_2 > 0$
Richards	$dap = \beta_0 \left(1 - \beta_1 e^{-\beta_2 i}\right)^{\frac{1}{1 - \beta_3}}$	$\beta_2 > 0$
Schumacher	$dap = \beta_0 e^{\frac{-\beta_1}{i}}$	$\beta_1 > 0$

FONTE: Burkhardt; Tomé (2012).

NOTA: y = diâmetro a 1,30 m de altura do solo (cm); t = idade (anos); β_n = os parâmetros das equações; e = base do logaritmo natural.

4.4.4 Critérios para seleção da melhor equação

Após o ajuste, os modelos de crescimento em DAP, volume e relação hipsométrica serão avaliados, sendo os critérios utilizados para a seleção da melhor equação, o erro padrão da estimativa absoluto e em porcentagem (S_{yx} e $S_{yx}\%$), coeficiente de determinação ajustado (R^2_{aj}), coeficiente de variação ($CV\%$), valor de F e a análise gráfica de resíduos. Quando julgar necessário, outras estatísticas complementares foram aplicadas.

4.4.5 Decomposição das Classes De Diâmetro

Obtido os dados do diâmetro e dos incrementos, através do modelo de crescimento escolhido, plotou-se os dados mensurados, sendo possível observar o crescimento das espécies em cada classe diamétrica.

4.4.6 Curvas de Maximização dos Incrementos

Com o Incremento Médio Anual (IMA) e o Incremento Corrente Anual (ICA) em diâmetro, obtidos por meio da modelagem da curva de crescimento, plota-se os valores a fim de encontrar os diâmetros de maximização dos incrementos para a espécie estudada, podendo assim achar o volume estimado naquele diâmetro.

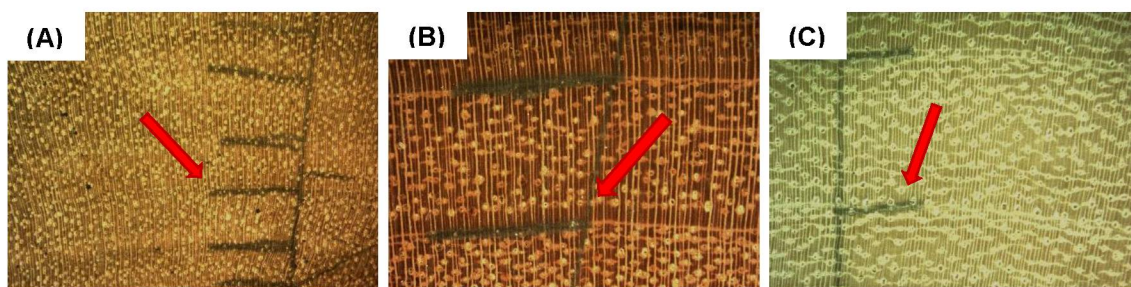
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CAMADAS DE CRESCIMENTO

O total de amostras para as três espécies coletadas foi de 21 discos. O número de camadas de anéis de crescimento totais mensurados, para as amostras da espécie de *Astronium fraxinifolium*, *Hymenaea stigonocarpa* e *Simarouba versicolor* foi de 260, 316 e 161, respectivamente.

Os anéis de *A. fraxinifolium* eram delimitados por paredes de fibras espessadas (Mattos, 1999), de *H. stigonocarpa* e de *S. versicolor*, tinha adicional a presença de parênquima marginal, conforme podem ser observados na figura 4. Os dados mensurados de cada espécie podem ser observados na tabela 4.

FIGURA 4 – LIMITE DOS ANÉIS DE CRESCIMENTO PARA AS ESPÉCIES: (A) *Astronium fraxinifolium*, (B) *Hymenaea stigonocarpa* e (C) *Simarouba versicolor* de árvores de Cerrado da sub-região da Nhecolândia, Pantanal Matogrossense, Corumbá, MS.



FONTE: A autora (2017).

TABELA 4 – Número de anéis medidos e diâmetro de árvores de *Astronium fraxinifolium* (AF), *Hymenaea stigonocarpa* (HF) e *Simarouba versicolor* (SV), de Cerrado da sub-região da Nhecolândia, Pantanal Matogrossense, Corumbá, MS.

Árvore	DAP (cm)	Idade (anos)
AF1	22,0	55
AF2	32,8	51
AF3	20,1	44
AF4	14	34
AF5	10,3	32
AF6	7,8	27
AF7	5,8	17
HS1	50,3	75
HS2	7,5	25
HS3	8,9	21
HS4	19,1	36
HS5	43,6	71
HS6	20,2	36
HS7	41,9	52
SV1	23,3	21
SV2	23,3	24
SV3	20,9	25
SV4	16,7	15
SV5	16,9	22
SV6	16,7	21
SV7	30,3	33
Total	21*	737

FONTE: A autora (2017).

* Média dos diâmetros a altura do peito das três espécies

O diâmetro médio das amostras de gonçalo-alves foi de 16,1 cm, sendo que o menor diâmetro coletado (5,8 cm) retratou 17 anos e o maior (32,8 cm) 51 anos. Apresentou uma idade média de 33 anos, variando de 17 a 55 anos.

Para o jatobá-do-cerrado o diâmetro médio coletado das amostras foi de 27,4 cm, onde o menor diâmetro coletado (7,5 cm) apresentou 25 anos e o maior (50,3 cm) 75 anos, tendo sua idade média encontrada, em área natural de Cerrado, 40 anos, variando de 21 a 75 anos.

As árvores coletadas de perdiz apresentaram diâmetro médio encontrado nas amostras avaliadas foi de 18,5 cm, variando de 30,3 (33 anos) cm a 16,7 cm (15 anos), sendo sua idade média de 20 anos, variando entre 15 e 33 anos.

5.2 INCREMENTO

Gonçalo-alves apresentou incremento médio anual de 0,39 cm.ano⁻¹, variando de 0,17 a 0,81 cm.ano⁻¹. Jatobá-do-cerrado o incremento médio anual foi de 0,60 cm.ano⁻¹, variando de 0,21 a 1,76 cm.ano⁻¹ e de perdiz foi de 0,95 cm.ano⁻¹, variando entre 0,21 e 1,71 cm.ano⁻¹ (TABELA 5).

TABELA 5 – INCREMENTO DE *Astronium fraxinifolium*, *Hymenaea stigonocarpa* e *Simarouba versicolor* COLETADAS EM ÁREA DE CERRADO da sub-região da Nhecolândia, Pantanal Matogrossense, CORUMBÁ, MS.

Espécie		IMA _(cm.ano⁻¹)	IPA _(10 primeiros anos)
<i>Astronium fraxinifolium</i>	Máx.	0,81	0,34
	Méd.	0,39 (0,14)*	
	Mín.	0,17	
<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	Máx.	1,76	0,55
	Méd.	0,60 (0,18)*	
	Mín.	0,21	
<i>Simarouba versicolor</i>	Máx.	1,71	0,91
	Méd.	0,95 (0,27)*	
	Mín.	0,21	

FONTE: a autora (2018).

*Desvio padrão

Mattos, Seitz e Salis (2005) também trabalharam com amostras coletadas no mesmo local. Eles encontraram para 19 espécies distintas IMA em diâmetro de 0,61 cm.ano⁻¹. Gonçalo-alves apresentou IMA inferior (TABELA 5), porém semelhante à maioria das espécies trabalhadas que apresentaram um incremento variando de 0,28 cm.ano⁻¹ até 0,55 cm.ano⁻¹.

O incremento médio observado para o jatobá-do-cerrado ($0,56 \text{ cm.ano}^{-1}$) foi semelhante ao valor médio relatado por Mattos, Seitz e Salis (2005), ou seja, apresentando um comportamento crescente similar às espécies para aquela região.

Por sua vez, a média de incremento observada para as árvores de perdiz ($0,93 \text{ cm.ano}^{-1}$) é maior que das espécies analisadas por Mattos, Seitz e Salis (2005), mostrando diferencial em relação a outras espécies da mesma região.

Entre as amostras estudadas por Mattos, Seitz e Salis (2005) trabalharam tinha um exemplar de jatobá-do-cerrado, com $\text{IMA} = 0,42 \text{ cm.ano}^{-1}$. Este incremento foi encontrado em uma amostra antes de atingir os 10 anos de idade. Esse resultado é compatível com o observado neste trabalho, mostrando crescimento inicial mais lento ($0,50 \text{ cm.ano}^{-1}$, incremento nos 10 primeiros anos), assim como Moreira et al. (2005) descrevem esse comportamento inicial para outra espécie do mesmo gênero (*H. courbaril*).

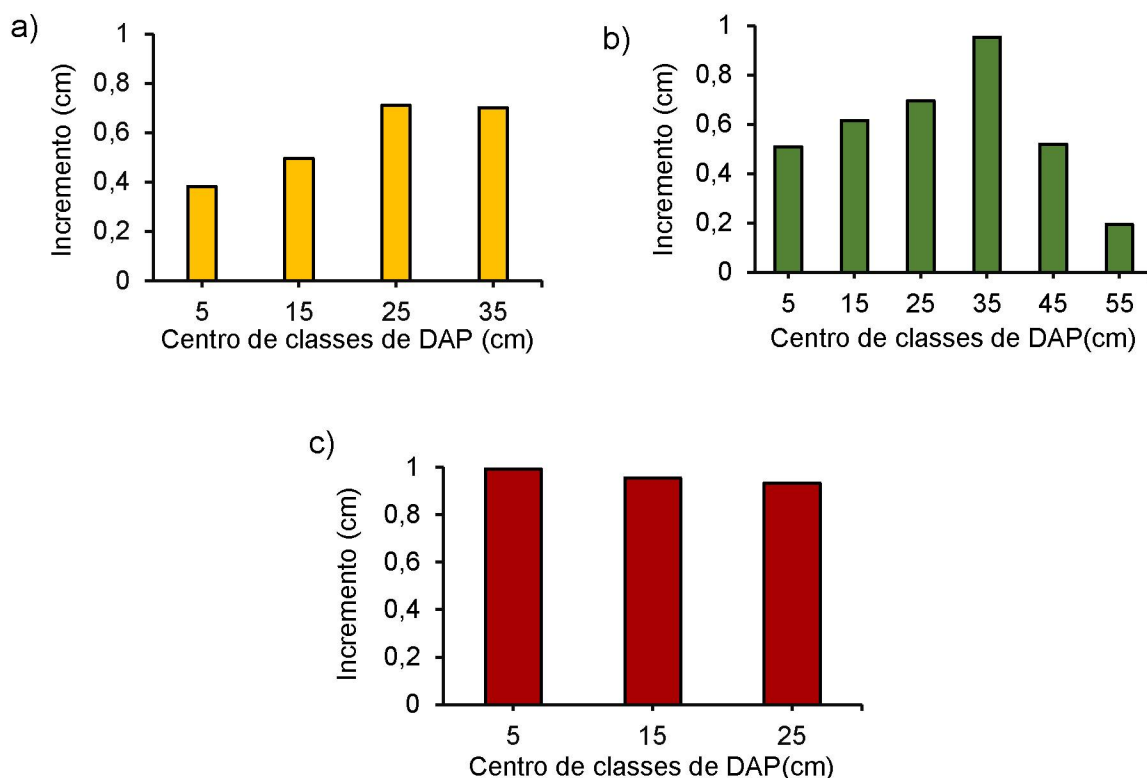
5.3 INCREMENTO POR CLASSE DE DIÂMETRO

O gonçalo-alves apresentou incremento gradual crescente (FIGURA 5), com média de $0,38 \text{ cm.ano}^{-1}$ na classe de diâmetro de 5 cm de centro de classe e $0,50 \text{ cm.ano}^{-1}$ na classe de 15 cm, atingindo seu IMA máximo na classe de 25 cm, com um incremento de $0,71 \text{ cm.ano}^{-1}$. Possivelmente, o incremento médio irá reduzir a partir das próximas classes de DAP.

O incremento médio anual de jatobá-do-cerrado aumentou até atingir 35 cm de centro de classe de DAP (FIGURA 5), quando atingiu seu crescimento máximo ($0,95 \text{ cm.ano}^{-1}$). A partir desse ponto o IMA reduziu bruscamente, atingindo apenas $0,52 \text{ cm.ano}^{-1}$ na classe dos 45 cm de DAP e, por fim, chegando a $0,19 \text{ cm.ano}^{-1}$ na classe dos 55 cm de DAP.

Interpretando os resultados de incremento médio anual de perdiz (FIGURA 5), nota-se comportamento distinto das outras duas espécies estudadas. O incremento médio anual se manteve constante ao longo das três classes de diâmetro estudadas ($\text{DAP} \leq 30 \text{ cm de diâmetro}$).

FIGURA 5 – INCREMENTO POR CENTRO DE CLASSE DIAMÉTRICA DE a) *Astronium fraxinifolium*, b) *Hymenaea stigonocarpa* e c) *Simarouba versicolor*, COLETADAS EM ÁREA DE CERRADO NA FAZENDA NHUMIRIM, PANTANAL, CORUMBÁ, MS.



FONTE: A autora (2018).

A amostragem foi considerada satisfatória em representar a amplitude diamétrica das espécies estudadas. Imaña-Encinas et al. (2008) realizaram um levantamento dendrométrico de um trecho da Floresta Estacional Semidecidual na região de Goiás. Eles encontraram diâmetros médios para gonçalo-alves de 14,95 cm, não superior ao registrado neste trabalho (16,1 cm). Segundo esses mesmos autores, essa espécie está entre as que se destacam com um alto valor de importância.

Pode-se observar estabilização do crescimento em diâmetro de gonçalo-alves a partir de 25 cm de centro de classe de DAP. Peixoto e Martins (2005) descreveram a estrutura fitossociológica do componente arbóreo de um trecho de Floresta Atlântica no Rio de Janeiro, RJ. Segundo eles, o maior número de árvores da espécie (35) se concentrou na segunda classe de diâmetro (14,8 – 24,8 cm), contrastando com outras classes onde foram encontradas até cinco em cada uma, ou seja, eles não encontram exemplares muito maiores que 25 cm, sendo possível inferir que a espécie apresenta

elevada mortalidade a partir desse diâmetro. Eles ainda mencionaram que a espécie se destaca entre as demais, apresentando um alto valor de importância.

Para *Hymeneae stigonocarpa*, entende-se que seu ápice de crescimento atingiu no centro de classe de diâmetro de 35 cm, apresentando redução crescente até diâmetros na classe de 55 cm (FIGURA 5). Figueiredo et al. (2010) realizaram análise estrutural de uma população numa área de cerrado em Minas Gerais, que vinha sendo manejada desde 1994 (em regime de corte seletivo), encontrando exemplares de jatobá-do-cerrado que não passavam de 30 cm de DAP, diâmetro muito inferior aos das maiores árvores estudadas nesse trabalho.

Os DAPs observados para perdiz na região de estudo não ultrapassam 30 cm, com registros de incremento muito semelhante durante todo o ciclo de crescimento das árvores (FIGURA 5). Silva e Felfili (2012) analisaram a estrutura diamétrica dessa espécie em uma área de cerradão numa reserva biológica no Distrito Federal, onde observaram 68% dos indivíduos na primeira classe de diâmetro (até 8,5 cm) e diâmetro máximo observado de 30 cm, compatível ao observado nesse trabalho.

Na distribuição de frequência por classes diamétricas, constatou-se uma relação entre o incremento observado e o valor central das classes. Para o perdiz os maiores incrementos estão presentes na primeira classe de diâmetro, diminuindo conforme o aumento do diâmetro, característica essa encontrada em espécies pioneiras. Isso está coerente com os dados de literatura, em que Lorenzi (1998) e Campos Filho e Sartorelli (2015) alegam que o perdiz apresenta um comportamento de espécie pioneira, que são espécies que possuem rápido crescimento (KAGEYAMA et al., 1990) se distribuem pelo solo de maneira errática, fortemente heliófilas (ROLLET, 1978), espécies cujas sementes germinam em dossel completamente aberto, recebendo radiação direta em pelo menos parte do dia, tendo como papel recobrir rapidamente o solo (BUDOWSKI, 1965).

Silva Júnior (2005) e Lorenzi (2000) afirmam que *S. versicolor* pode apresentar diâmetros de até 60 cm, provavelmente como limite biológico da espécie. Essa discrepância encontrada possivelmente se deve a diferença de área onde as espécies foram estudadas. Raventós e Silva (1995) argumentam

que diâmetros menores em regiões com ambiente mais limitante ao crescimento pode ser ocasionado por competição com plantas vizinhas, ou pelas dificuldades de cada planta em se estabelecer e sobreviver (KRAMER; KOZLOWSKI, 1960). Pode-se considerar que essa espécie apresente naturalmente limite superior de diâmetro inferior, em função das limitações naturais de déficit hídrico e solos pobres presentes na área de estudo, na subregião da Nhecolândia, Pantanal Matogrossense.

5.4 MODELOS DE CRESCIMENTO

Foram ajustados sete modelos de crescimento para as amostras de gonçalo-alves, sendo que todos atingiram valores estatísticos aceitáveis (TABELA 6). Pode-se observar que são dados robustos, não causando variação relevante entre modelos, ou seja, estatisticamente os modelos são satisfatórios, com resultados próximos.

TABELA 6 – COEFICIENTES E PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DOS MODELOS CRESCIMENTO PARA *Astronium fraxinifolium*.

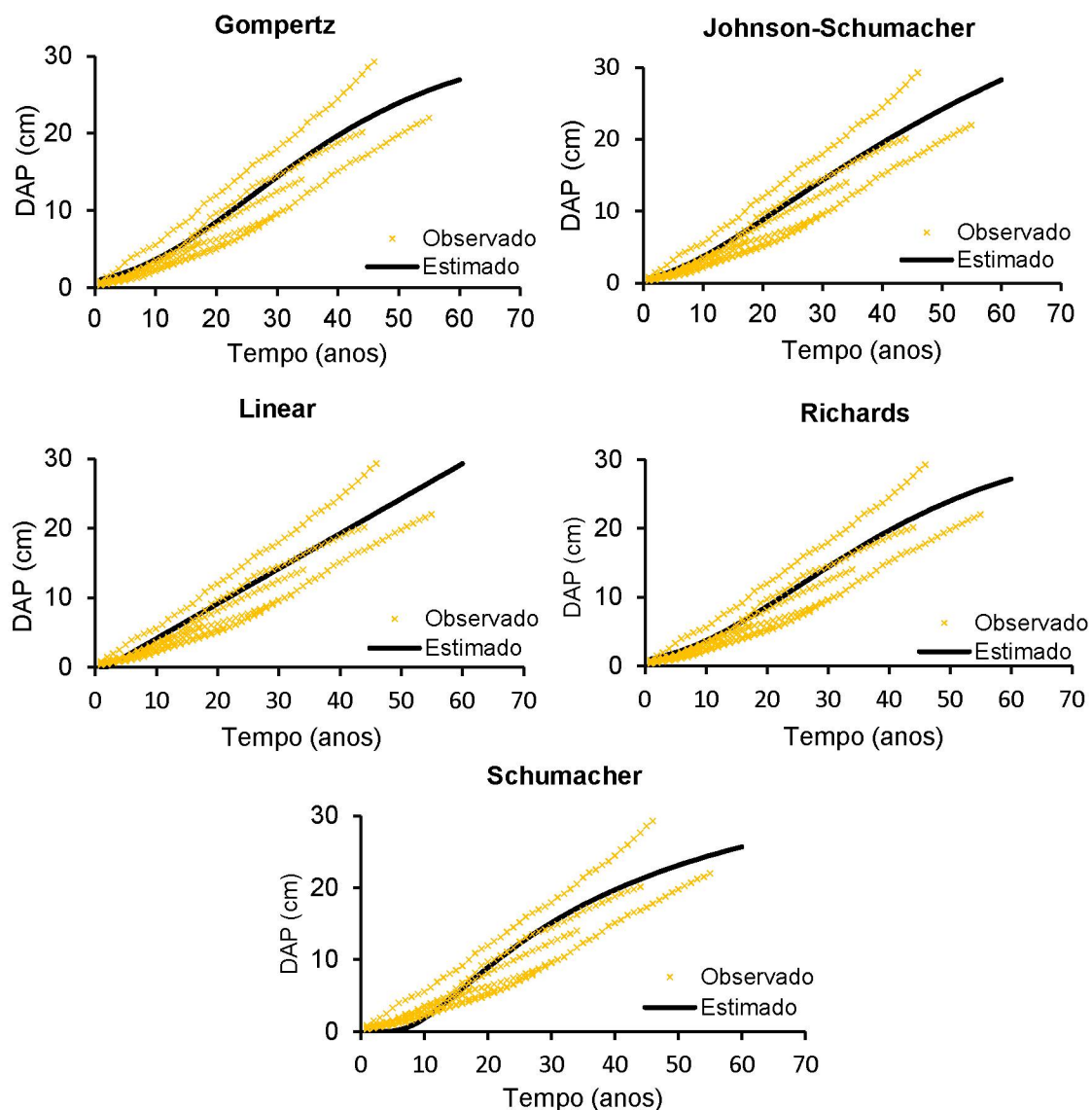
Modelos Matemáticos	β_0	β_1	β_2	β_3	CV (%)	R^2_{aj}	S_{yx}	F
Gompertz	32,4	3,6	0,1	-	21,1	0,97	2,6	86.907
Johnson	78,8	77,1	15,2	-	21,1	0,97	2,6	86.615
Schumacher	-0,9	0,5	-	-	21,3	0,91	2,6	75.091
Linear	1,0	-0,4	-0,8	-	21,2	0,97	2,6	85.820
Logística	1,0	1,0	-1,0	-	37,4	0,91	4,6	24.201
Monomolecular	1,6	0,4	0,0	0,9	21,1	0,97	2,6	65.194
Richards	43,7	31,8	-		22,0	0,97	2,7	118.728
Schumacher								

FONTE: A autora (2018).

NOTA: β_0 , β_1 , β_2 , β_3 , = coeficientes; CV (%) = coeficiente de variação; R^2_{aj} = coeficiente de determinação; S_{yx} = erro padrão da estimativa; $S_{yx}\%$ = erro padrão da estimativa em percentagem; F = valor de F da análise da variância.

Por meio do ajuste visual da curva juntamente com os dados reais, foi possível observar que os modelos de Logística e Monomolecular não refletiram a forma de crescimento para o gonçalo-alves (FIGURA 6).

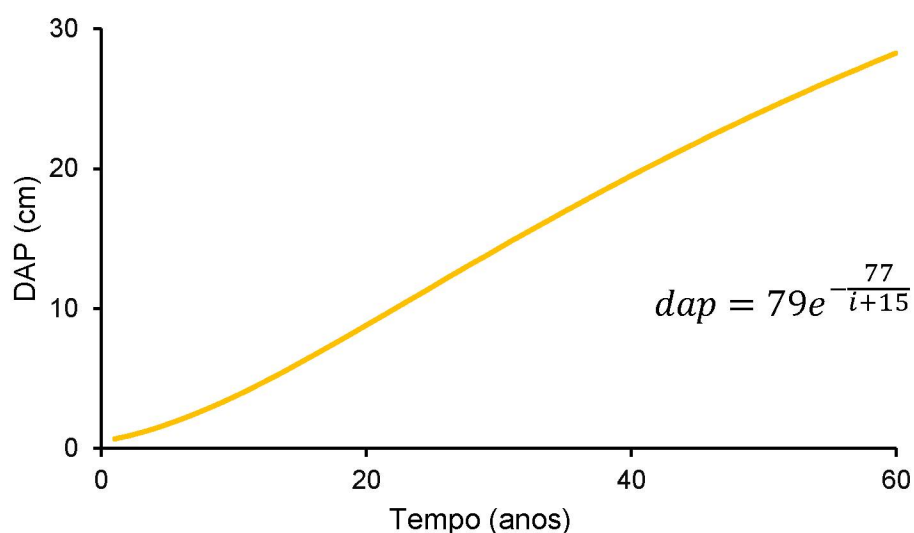
FIGURA 6 – MODELOS DE CRESCIMENTO PARA ÁRVORES DA *Astronium fraxinifolium*, COLETADAS EM ÁREA DE CERRADO NA FAZENDA NHUMIRIM, PANTANAL, CORUMBÁ, MS.



FONTE: A autora (2018).

Dentre os modelos de crescimento em diâmetro ajustados, o que apresentou melhor resultado, por se adequar melhor aos dados mensurados, foi o Johnson-Schumacher (FIGURAS 6 e 7). Modelo que apresentou coeficiente de determinação = 0,97, coeficiente de variação = 21% e valor de $F = 86.614,7$.

FIGURA 7 – COMPORTAMENTO DO MODELO DE CRESCIMENTO JOHNSON-SCHUMACHER PARA OS DADOS MENSURADOS DE ÁRVORES DA *Astronium fraxinifolium*, NO PANTANAL NHUMIRIM, MS.



FONTE: A autora (2018).

Dos modelos testados para o jatobá-do-cerrado, observa-se que todos conseguiram atingir parâmetros estatísticos satisfatórios (TABELA 7).

TABELA 7 – PARÂMETROS ESTATÍSTICOS PARA MODELOS CRESCIMENTO PARA *Hymenaea stigonocarpa*

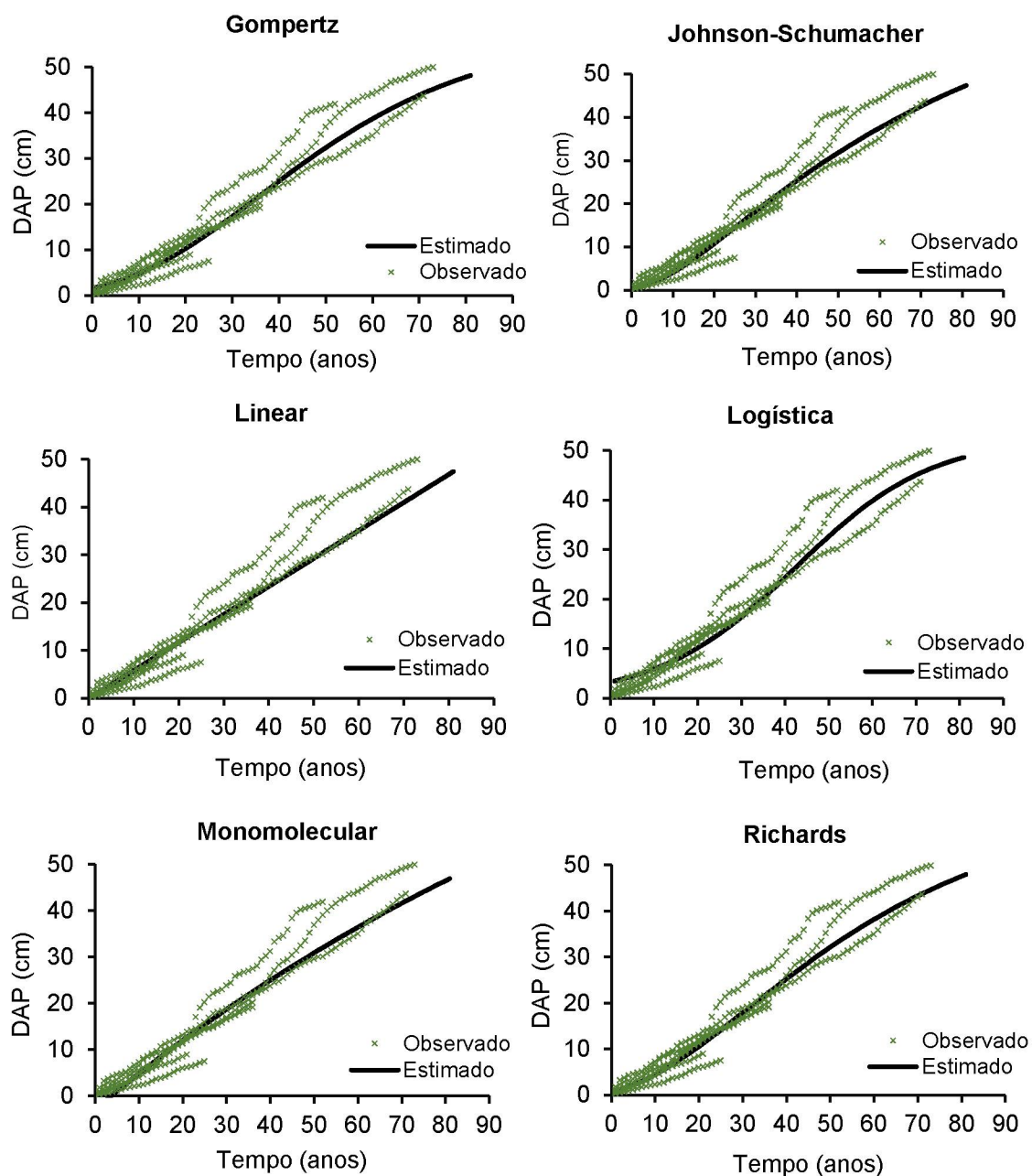
Modelos Matemáticos	β_0	β_1	β_2	β_3	CV (%)	R ² aj	S _{yx}	F
Gompertz	58,5	3,6	0,04	-	12,40	0,99	4,1	863.095
Johnson Schumacher	107,7	77,7	13,69	-	12,30	0,99	4,1	876.387
Linear	-0,2	0,6	-	-	14,48	0,97	4,8	728.643
Logística	52,7	15,3	0,06	-	13,50	0,99	4,5	725.521
Monomolecular	118,6	1,0	0,01	-	13,20	0,99	4,4	759.486
Richards	4,4	0,8	0,03	0,6	12,25	0,99	4,0	663.233
Schumacher	80,2	43,8	-	-	13,90	0,99	4,6	1.025.076

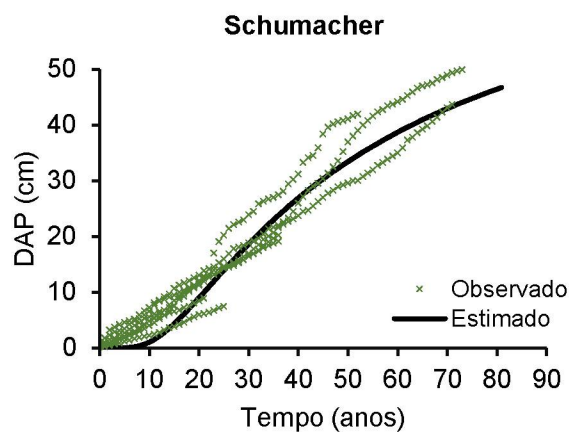
FONTE: A autora (2018).

NOTA: β_0 , β_1 , β_2 , β_3 , = coeficientes; CV (%) = coeficiente de variação; R² aj = coeficiente de determinação; S_{yx} = erro padrão da estimativa; S_{yx}% = erro padrão da estimativa em percentagem; F = valor de F da análise da variância.

O modelo Gompertz foi o que apresentou melhor ajuste visual, pela comparação dos valores estimados pelos modelos em comparação com os dados reais observados de jatobá-do-cerrado (FIGURA 8).

FIGURA 8 – MODELOS DE CRESCIMENTO PARA ÁRVORES DA *Hymenaea stigonocarpa*, COLETADAS EM ÁREA DE CERRADO NA FAZENDA NHUMIRIM, PANTANAL, CORUMBÁ, MS.

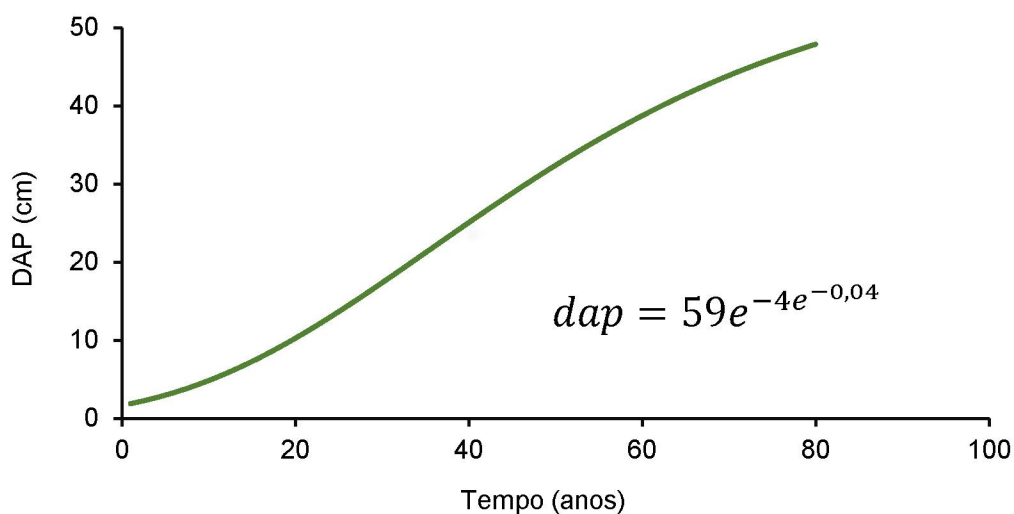




FONTE: A autora (2018).

Dentre os modelos de crescimento em diâmetro ajustados, o modelo que apresentou melhor resultado, por se adequar melhor aos dados mensurados, foi o Gompertz (FIGURAS 8 e 9). Modelo qual apresentou coeficiente de determinação = 0,99, coeficiente de variação = 12% e valor de $F = 863.095$.

FIGURA 9 – COMPORTAMENTO DO MODELO DE CRESCIMENTO GOMPERTZ PARA OS DADOS MENSURADOS DE ÁRVORES DA *Hymenaea stigonocarpa*, NO PANTANAL NHUMIRIM, MS.



FONTE: A autora (2018).

Dos sete modelos ajustados para o perdziz, apenas o modelo de Richard não convergiu para as amostras analisadas (TABELA 8).

TABELA 8 – PARÂMETROS ESTATÍSTICOS PARA MODELOS CRESCIMENTO PARA *Simarouba versicolor*

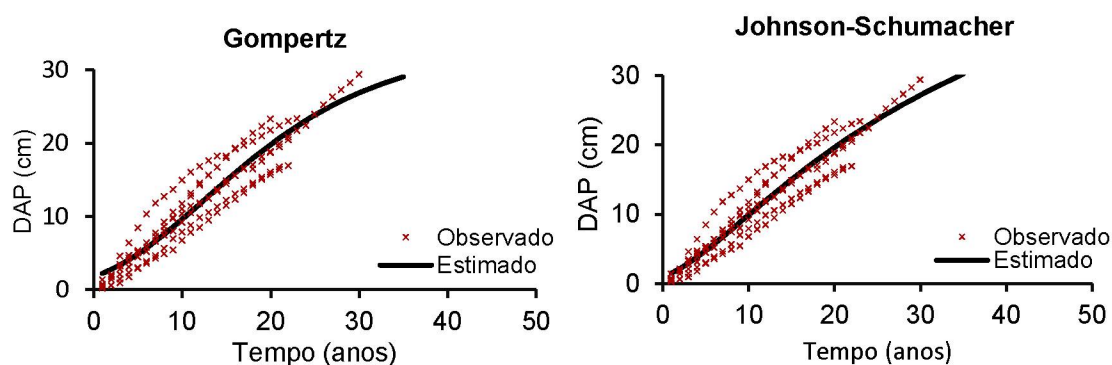
Modelos Matemáticos	β_0	β_1	β_2	CV (%)	R ² aj	S _{yx}	F
Gompertz	33,51	2,98	0,09	11,26	0,98	2,38	164.571
Johnson Schumacher	67,78	34,83	8,08	10,93	0,99	2,31	175.223
Linear	0,17	0,96	-	10,80	0,95	2,28	137.853
Logística	28,65	10,05	0,16	11,85	0,98	2,51	148.096
Monomolecular	112,70	1,00	0,01	10,73	0,99	2,27	181.974
Richards	-	-	-	-	-	-	-
Schumacher	35,98	12,25	-	12,36	0,98	2,62	202.978

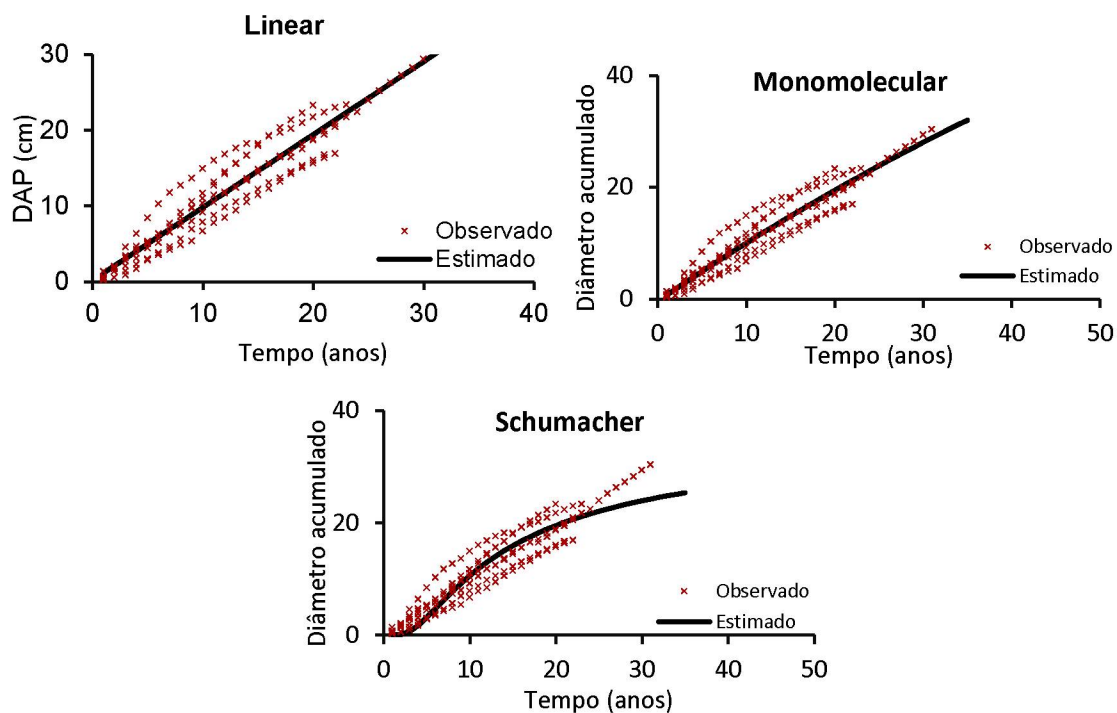
FONTE: A autora (2018).

NOTA: β_0 , β_1 , β_2 , β_3 , = coeficientes; CV (%) = coeficiente de variação; R² aj = coeficiente de determinação; S_{yx} = erro padrão da estimativa; S_{yx}% = erro padrão da estimativa em percentagem; F = valor de F da análise da variância.

É possível observar na figura 10 o comportamento dos modelos estimados comparados aos reais. Os Modelos de Richard (não convergiu) e Logística não refletem o padrão de crescimento das árvores analisadas.

FIGURA 10 – MODELOS DE CRESCIMENTO PARA ÁRVORES DA *Simarouba versicolor*, COLETADAS EM ÁREA DE CERRADO NA FAZENDA NHUMIRIM, PANTANAL, CORUMBÁ, MS.

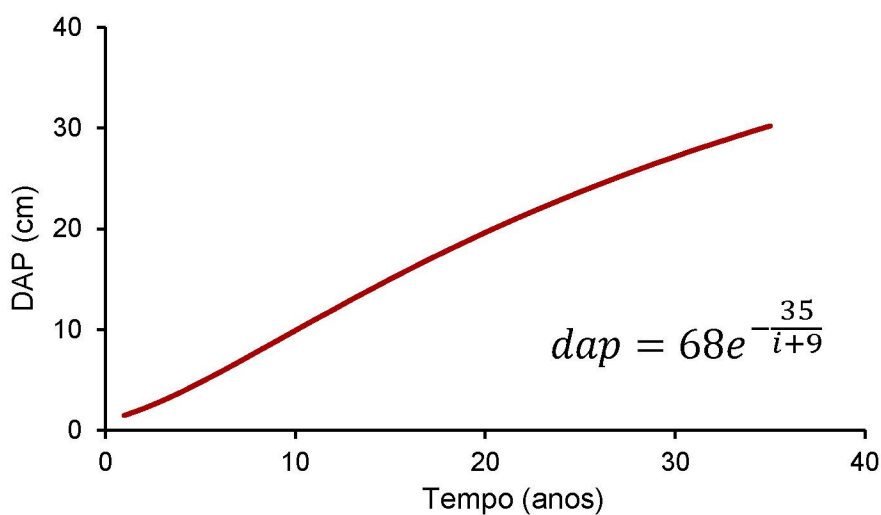




FONTE: A autora (2018).

O modelo de Johnson-Schumacher mostrou melhor ajuste aos dados reais apresentando bons parâmetros estatísticos ($R^2 = 0,99$, $S_{xy} (\%) = 11,3$, $F = 175.223$ e $CV (\%) = 11$), como pode ser observado nas figuras 10 e 11.

FIGURA 11 – COMPORTAMENTO DO MODELO DE CRESCIMENTO JOHNSON-SCHUMACHER PARA OS DADOS MENSURADOS DE ÁRVORES DA *Simarouba versicolor*, NO PANTANAL NHUMIRIM, MS.



FONTE: A autora (2018).

Em geral, esses modelos são representações de qualquer fenômeno no mundo biológico, sendo uma ferramenta útil na reflexão, prognose e tomada de decisões em horizontes de planejamento em médio e longo prazo (BUONGIORNO; GILLESS, 1987). A curva de crescimento estimada pelo modelo de Johnson-Schumacher para as amostras de gonçalo-alves (FIGURA 7), expressa crescimento uniforme, sem oscilações marcantes de incremento no decorrer dos anos. No início, observa-se incremento médio anual em diâmetro de $0,34 \text{ cm.ano}^{-1}$, sendo possível observar nas figura 5 e 7. Apesar do crescimento ainda não indicar estabilização, é possível estimar onde a espécie atingiu o seu pico de crescimento, O ponto de inflexão se encontra por volta dos 20 cm de diâmetro (40 anos), sendo que nessa fase o incremento é de $0,48 \text{ cm.ano}^{-1}$ (FIGURA 5).

O modelo que expressou melhor o crescimento de jatobá-do-cerrado foi o de Gompertz (FIGURA 9). A espécie apresenta crescimento mais lento nos 10 primeiros anos, tendo um incremento médio anual em diâmetro de $0,48 \text{ cm.ano}^{-1}$ (FIGURA 5). Seu incremento começa acelerar a partir dos 10 anos de idade, até alcançar seu máximo, próximo dos 55 anos (cerca de 35 cm de DAP), chegando a atingir $0,76 \text{ cm.ano}^{-1}$ de incremento médio em diâmetro (FIGURA 5). Após o pico, inicia-se a desaceleração, entendendo, pelo modelo de crescimento, que a espécie não chega a diâmetros médios maiores que 50 cm. Cipriano et al. (2014) identificou que se desenvolve bem em solos de fertilidade química baixa.

A curva de crescimento de perdiz, expressa pelo modelo de Johnson-Schumacher (FIGURA 10), mostra incremento médio em diâmetro quase constante (FIGURA 5). A curva também indica um ponto de inflexão próximo dos 15 cm de DAP (15 anos) e incrementa a desaceleração tênue após esse ponto, ainda assim, não são encontrados em campo exemplares de diâmetros médios maiores que 40 cm.

A vitalidade de uma árvore é indicada através do seu incremento (WEISKITTEL et al., 2011). Quando o incremento tende a diminuir pode estar refletindo a fase de estagnação e senescência (BATISTA et al., 2014), atingindo a mortalidade. Por isso, a análise dos modelos de crescimento indicam que na região de estudo dificilmente ocorrerão árvores de jatobá-do-cerrado e de perdiz com DAP > que 50 e 40 cm, respectivamente.

A dinâmica do regime luminoso impõe dificuldades para o estabelecimento de espécies florestais, exigindo estratégias de crescimento rápido (plantas pioneiras) ou de crescimento lento (plantas clímax), condicionando a sobrevivência no meio (OLIVEIRA et al., 2005).

A compreensão do ritmo de crescimento, em diferentes condições de ambiente, e da ecologia da perdiz, que é uma espécie considerada pioneira (Cortes, 2012), permitirá incorporá-la em programas de recuperação de áreas degradadas. Perdiz apresenta crescimento rápido, uma grande tolerância ao sol e uma excelente germinação e sobrevivência em semeadura direta em campo (CAMPOS FILHO e SARTORELLI, 2015). Cortes (2012) além de relatar o destaque de alta sobrevivência que o perdiz obteve em mudas plantadas, aponta que esta espécie apresenta os maiores valores de incremento em diâmetro e altura, justamente por ser uma espécie pioneira, precisando assim alcançar o dossel rapidamente.

A presença das pioneiras para o sucesso do plantio de recuperação de áreas degradadas, devido ao seu rápido crescimento e sombreamento, acarretando na formação de condições microclimáticas e proteção do solo no qual, futuramente favorecerá a introdução e desenvolvimento de espécies de estágios sucessionais mais avançados (Pereira; Rodrigues, 2012; Araújo et al., 2005).

Resende et al. (1999) observaram que as espécies pioneiras em comparação às clímax tendem a apresentar um crescimento inicial mais proeminente. São árvores que não necessitam crescer em altura, já que não há nenhuma competição por luz. Portanto, pode-se observar a discrepância no seu incremento quando comparado a uma espécie clímax que investe inicialmente em altura. Essas espécies também tendem a atingir a maturidade muito cedo, dando formação ao banco de sementes (GALVÃO; MEDEIROS, 2002).

Em plantios, essas espécies estudadas poderiam ter resultado ainda mais atrativos, pois é possível reduzir os fatores limitantes de crescimento, tendo controle das condições do solo, irrigando em ambientes com períodos de déficit hídrico ou controlando a competição. Antezana (2008) apresenta maior crescimento, com perdiz, quando aplicou diferentes tratamentos de solo.

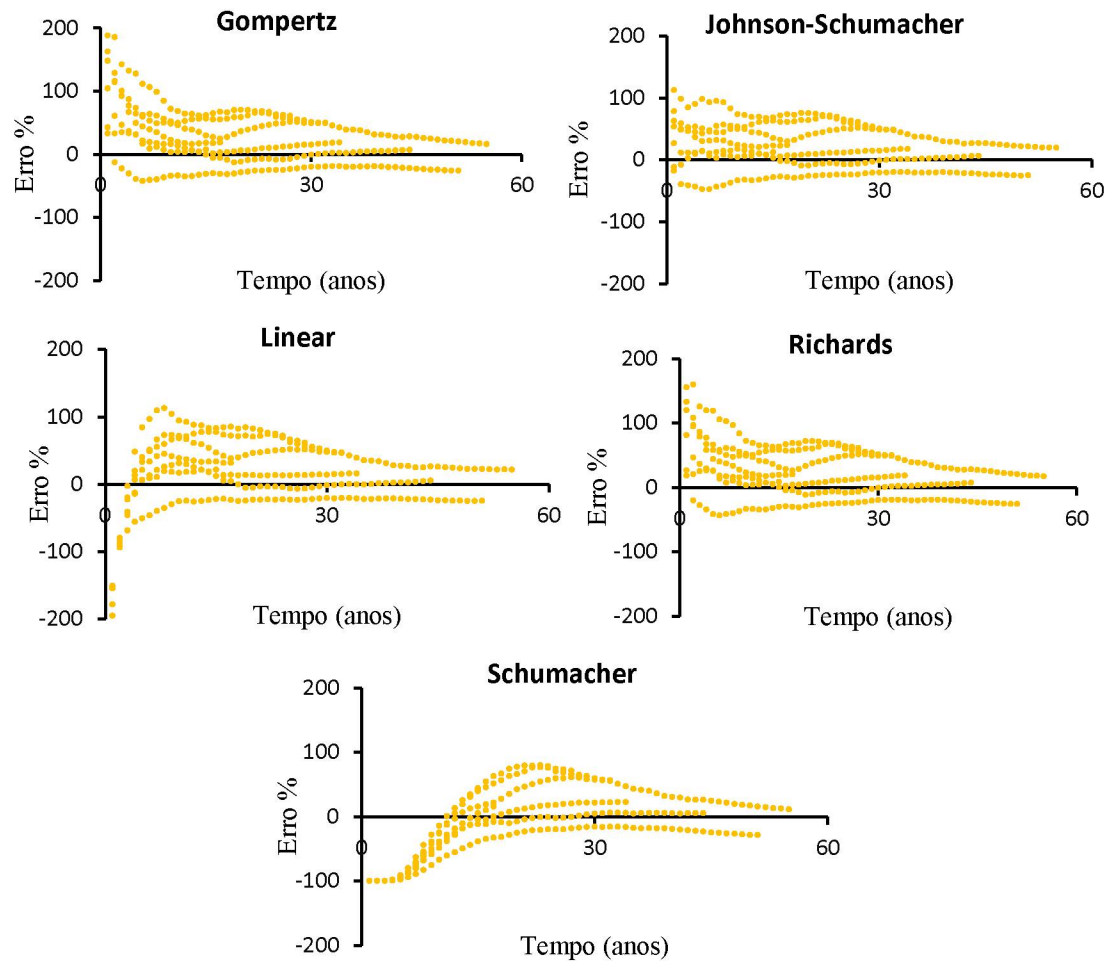
Segundo Carvalho (2007), o jatobá-do-cerrado pode ser plantado em plantio puro, em pleno sol, sob espaçamento denso. Contudo, essa espécie apresenta melhor comportamento silvicultural em plantio misto em pleno sol, associado com espécies pioneiras.

5.5 ADERÊNCIA DOS MODELOS DE CRESCIMENTO AJUSTADOS

A distribuição dos resíduos para o ajuste dos modelos de crescimento testados para gonçalo-alves representados na figura 12, do jatobá-do-cerrado na figura 13 e para o perdiz apresentados na figura 14.

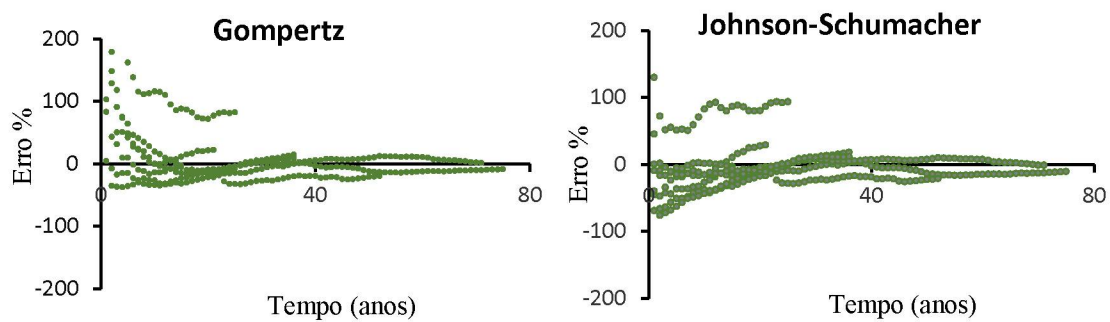
Os modelos crescimento testados apresentaram uma boa aderência aos dados, para todas as três espécies, indicando que esses apresentam potencial para aplicação. Observa-se uma sub ou superestimava do incremento nos primeiros anos sendo previsível devido à fase instável de crescimento durante o seu estabelecimento (CURTO, 2015).

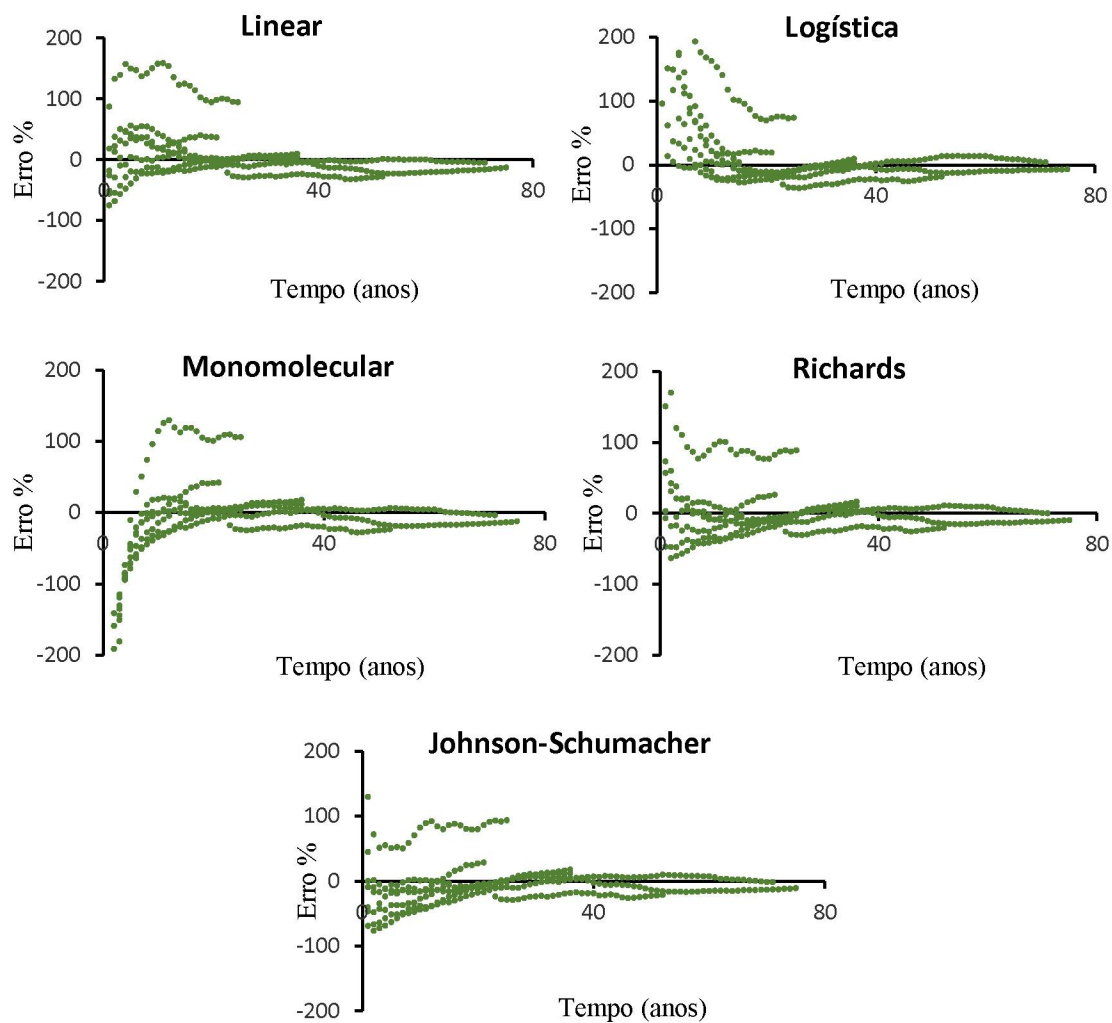
FIGURA 12 – DISTRIBUIÇÃO DOS RESÍDUOS DOS MODELOS DE CRESCIMENTO PARA *Astronium fraxinifolium* COLETADAS EM ÁREA DE CERRADO NA FAZENDA NHUMIRIM, PANTANAL, CORUMBÁ, MS.



FONTE: A autora (2018).

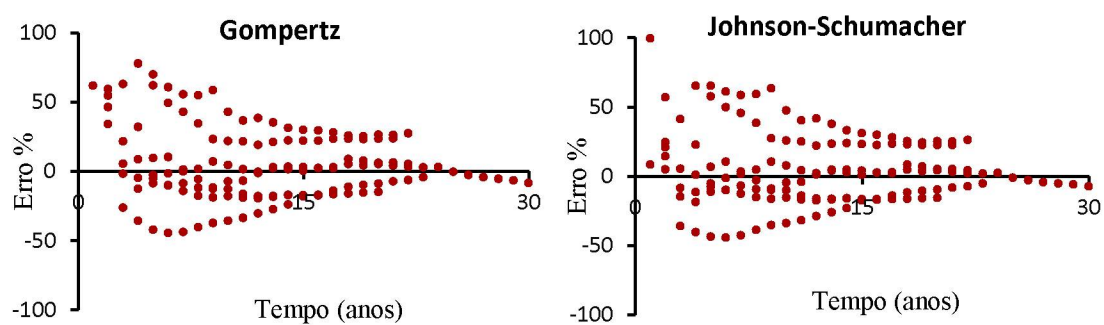
FIGURA 13 – DISPERSÃO DOS RESÍDUOS DOS MODELOS DE CRESCIMENTO PARA *Hymenaea stigonocarpa* COLETADAS EM ÁREA DE CERRADO NA FAZENDA NHUMIRIM, PANTANAL, CORUMBÁ, MS.

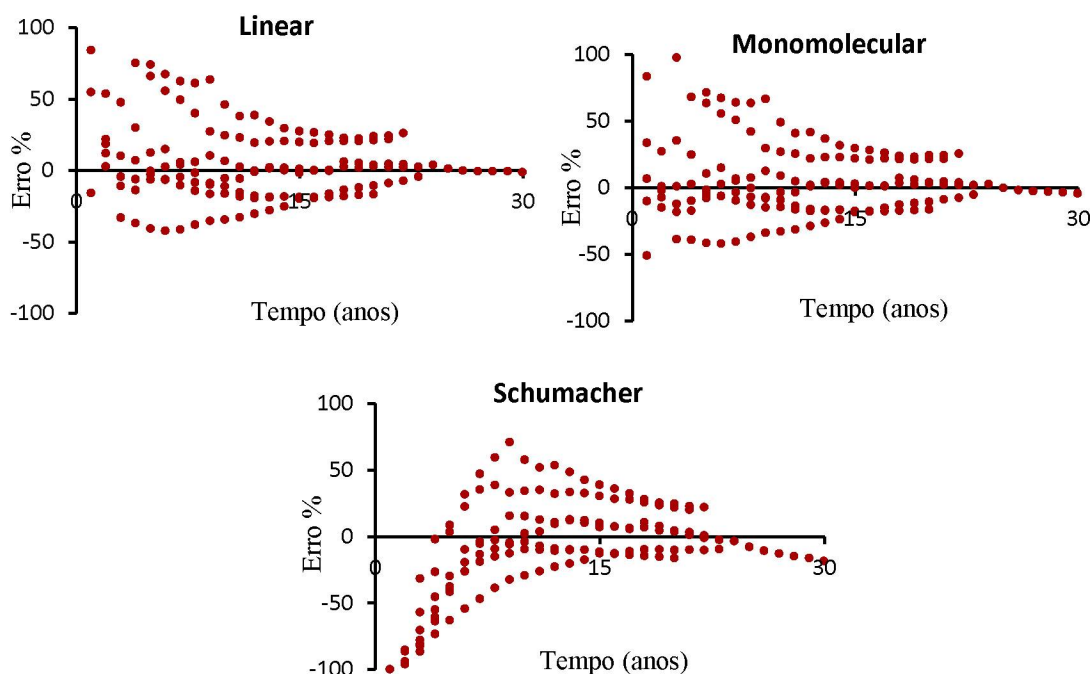




FONTE: A autora (2018).

FIGURA 14 – DISPERSÃO DOS RESÍDUOS DOS MODELOS DE CRESCIMENTO PARA *Simarouba versicolor* COLETADAS EM ÁREA DE CERRADO NA FAZENDA NHUMIRIM, PANTANAL, CORUMBÁ, MS.





FONTE: A autora (2018).

Os modelos de crescimento escolhidos mostraram parâmetros estatísticos satisfatórios e uma boa aderência aos dados reais. Modelos semelhantes foram usados em diferentes trabalhos, como método para compreender melhor o comportamento de diferentes espécies (Aznar, Richer-Lafèche e Marion, 2007; Borges, Arce e Braz, 2017; Claessens et al., 1999). Lara, Bravo e Maguire (2013) citam a importância de se aplicar esses modelos em estudos futuros, para entender melhor o comportamento das espécies.

5.6 MODELOS PARA ESTIMATIVA DE VOLUME DE ÁRVORE INDIVIDUAL

Existe cada vez mais a necessidade de conhecer o volume de madeira de uma floresta, principalmente pensando a implantação de plantios de espécies nativas, pois o uso da madeira social, ecológico e economicamente correto tem se tornado uma forte demanda na sociedade.

O volume individual proporciona um início para quantificar o estoque de lenha de uma floresta (MACHADO; CONCEIÇÃO; FIGUEREDO, 2002). Encontrando o volume individual é possível subsidiar uma análise do estoque de madeira e potencial produtivo da região estudada (THOMAS et al., 2006).

O uso das equações volumétricas são essenciais na tomada de decisão num manejo florestal, tanto de nativas como plantadas, por essa razão equações utilizando o volume como variável dependente foram desenvolvidas associadas a variáveis independentes de fácil obtenção, como o diâmetro a 1,30m do solo e a altura (MACHADO; FIGUEIREDO FILHO, 2000).

Dos modelos volumétricos testados para as amostras de o gonçalo-alves, Naslund modificado ($vol = 0,07839 - 0,00064d^2 + 0,00013d^2h - 0,00004dh^2 - 0,00084h^2$) foi o que apresentou melhores parâmetros estatísticos (CV) = 5,45%; $R^2_{aj} = 0,9998$; $S_{xy} = 0,274\%$; valor de F = 1.583), como pode ser observado na tabela 9, e também uma boa aderência (FIGURA 15). Por ser um modelo de dupla entrada, requer mais esforço de coleta de dados em campo, elevando os custos. Como o modelo de simples entrada não utiliza a variável altura, esse seria indicado como alternativa, quando fosse necessário otimizar atividade em campo (Mattos et al., 2013) e custos. Entre os modelos de simples entrada testados, Hohenadl & Krenn ($vol = 0,18320 - 0,03529d + 0,00183d^2$) foi o que apresentou melhores parâmetros estatísticos, com Coeficiente de variação (CV) = 9,62%, Coeficiente de determinação (R^2_{aj}) = 0,999, Erro padrão da estimativa (S_{xy}) = 0,68% e valor de F em 1.019.

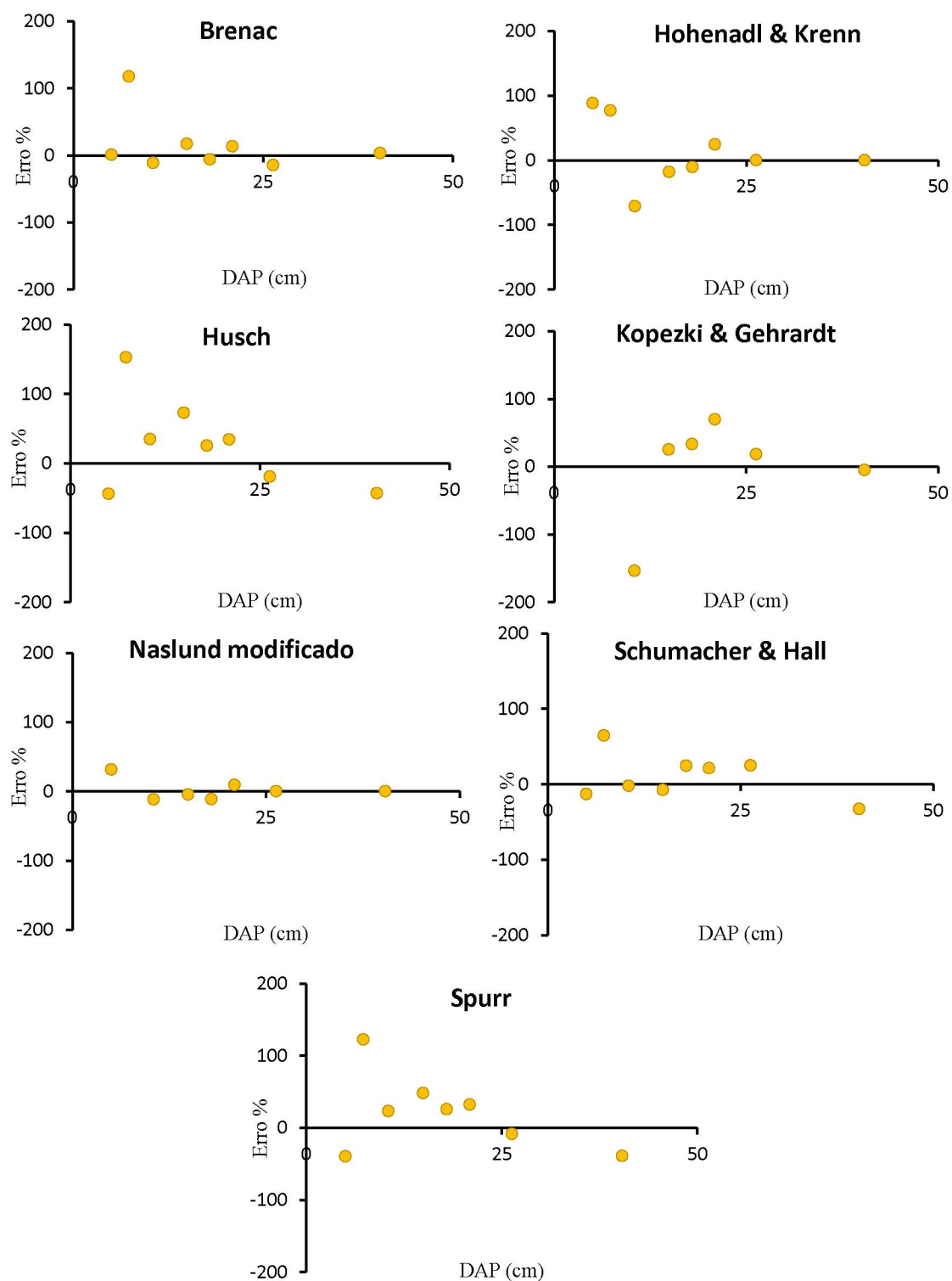
TABELA 9 – COEFICIENTE E PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DOS MODELOS DE VOLUME PARA *Astronium fraxinifolium* COLETADAS EM ÁREA DE CERRADO NA FAZENDA NHUMIRIM, PANTANAL, CORUMBÁ, MS.

	SIMPLES ENTRADA (DAP)				DUPLA ENTRADA (DAP e h)		
Coefficientes/ Parâmetros	Brenac	Hohenadl & Krenn	Husch	Kopecki & Gehhardt	Naslund modificado	Schumacher & Hall	Spurr
β_0	-14,81332	0,18320	-7,39428	-0,14939	0,07839	-11,06406	-8,38186
β_1	4,00457	-0,03529	1,99726	0,00111	-0,00064	0,51571	0,83242
β_2	23,96506	0,00183	-	-	0,00013	3,39219	-
β_3	-	-	-	-	-0,00004	-	-
β_4	-	-	-	-	-0,00084	-	-
CV (%)	42,154	9,613	142,822	33,103	5,450	80,767	117,920
R^2_{aj}	0,996	0,999	0,947	0,985	0,9998	0,987	0,964
S_{yx}	0,010	0,002	0,040	0,009	0,001	0,020	0,033
F	276	1.019	44	167	1.583	74	66

FONTE: A autora (2018).

NOTA $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ = coeficientes; CV (%) = coeficiente de variação; R^2 aj = coeficiente de determinação; S_{yx} = erro padrão da estimativa; $S_{yx}\%$ = erro padrão da estimativa em percentagem; F = valor de F da análise da variância.

FIGURA 15 – DISPERSÃO DOS RESÍDUOS DOS MODELOS DE VOLUME PARA *Astronium fraxinifolium* COLETADAS EM ÁREA DE CERRADO NA FAZENDA NHUMIRIM, PANTANAL, CORUMBÁ, MS.



FONTE: A autora (2018).

Como comparativo das equações testadas, é possível observar que a soma do volume real encontrado nas amostras em campo para a gonçalo-alves (2,798 m³) se aproxima da estimada pela equação de Hohenadl & Krenn (2,811 m³) e de Naslund modificado (2,833 m³) (TABELA 10). Apesar da estimativa próxima, recomenda-se a ampliação das coletas, visando a obtenção de uma equação de volume de árvore individual mais robusta.

TABELA 10 – VOLUME DE MADEIRA REAL E ESTIMADO PARA *Astronium fraxinifolium* EM ÁREA DE CERRADO NA FAZENDA NHUMIRIM, PANTANAL DA NHECOLÂNDIA, CORUMBÁ, MS.

DAP (cm)	Altura (m)	Volume real (m³)	Hohenadl & Krenn (m³)	Naslund modificado (m³)
40,43	15,6	1,74956	1,74719	1,75112
26,32	14,0	0,52251	0,52234	0,52472
5,03	6,8	0,02762	0,05200	0,03637
17,98	10,4	0,15716	0,14043	0,13955
20,94	10,8	0,19870	0,24685	0,21742
14,96	8,0	0,07904	0,06483	0,07550
10,50	7,5	0,05001	0,01443	0,04423
7,32	6,2	0,01296	0,02292	0,04362
Total		2,79755	2,81100	2,83253

FONTE: A autora (2018).

Para as amostras de jatobá-do-cerrado, semelhante ao observado para gonçalo-alves, as equações que se destacaram, tanto em parâmetros estatísticos como em ajuste visual do erro (FIGURA 16), foi Hohenadl & Krenn ($vol = 0,29623 - 0,05416d + 0,00254d^2$; CV (%) = 13,78; $R^2_{aj} = 0,99$; $S_{xy} = 0,904\%$; valor de F = 625,5) para modelo de simples entrada e de dupla entrada Naslund modificado ($vol = -0,0421 - 0,00114d^2 + 0,00026d^2h + 0,00355h^2$) com coeficiente de variação (CV%) = 6,60, Coeficiente de determinação (R^2_{aj}) = 0,9999, Erro padrão da estimativa (S_{xy}) = 0,25% e valor de F em 1.372 (TABELA 11).

O modelo de simples entrada de Hohenadl & Krenn para a estimativa do volume de árvore individual foi selecionado por Mattos et al. (2013), quando testaram oito modelos para ajuste de equação volumétrica para *Schinus*

terebinthifolius (aroeira) em região do Baixo São Francisco. Imaña-Encinas et al. (2009) e Carvalho et al. (2016) trabalharam em áreas de vegetação natural com 18 e 15 modelos de volume, respectivamente, e também obtiveram bons resultados estatísticos com o modelo de Hohenadl & Krenn.

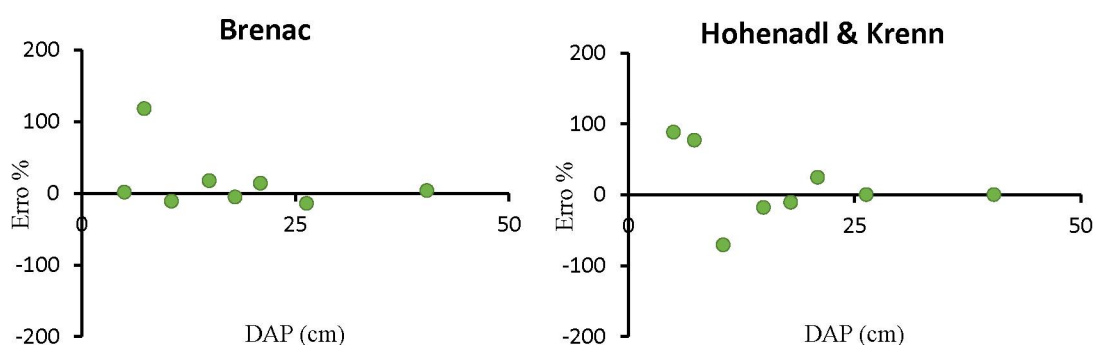
TABELA 11 – PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DOS MODELOS DE VOLUME PARA *Hymenaea stigonocarpa* COLETADAS EM ÁREA DE CERRADO NA FAZENDA NHUMIRIM, PANTANAL, CORUMBÁ, MS.

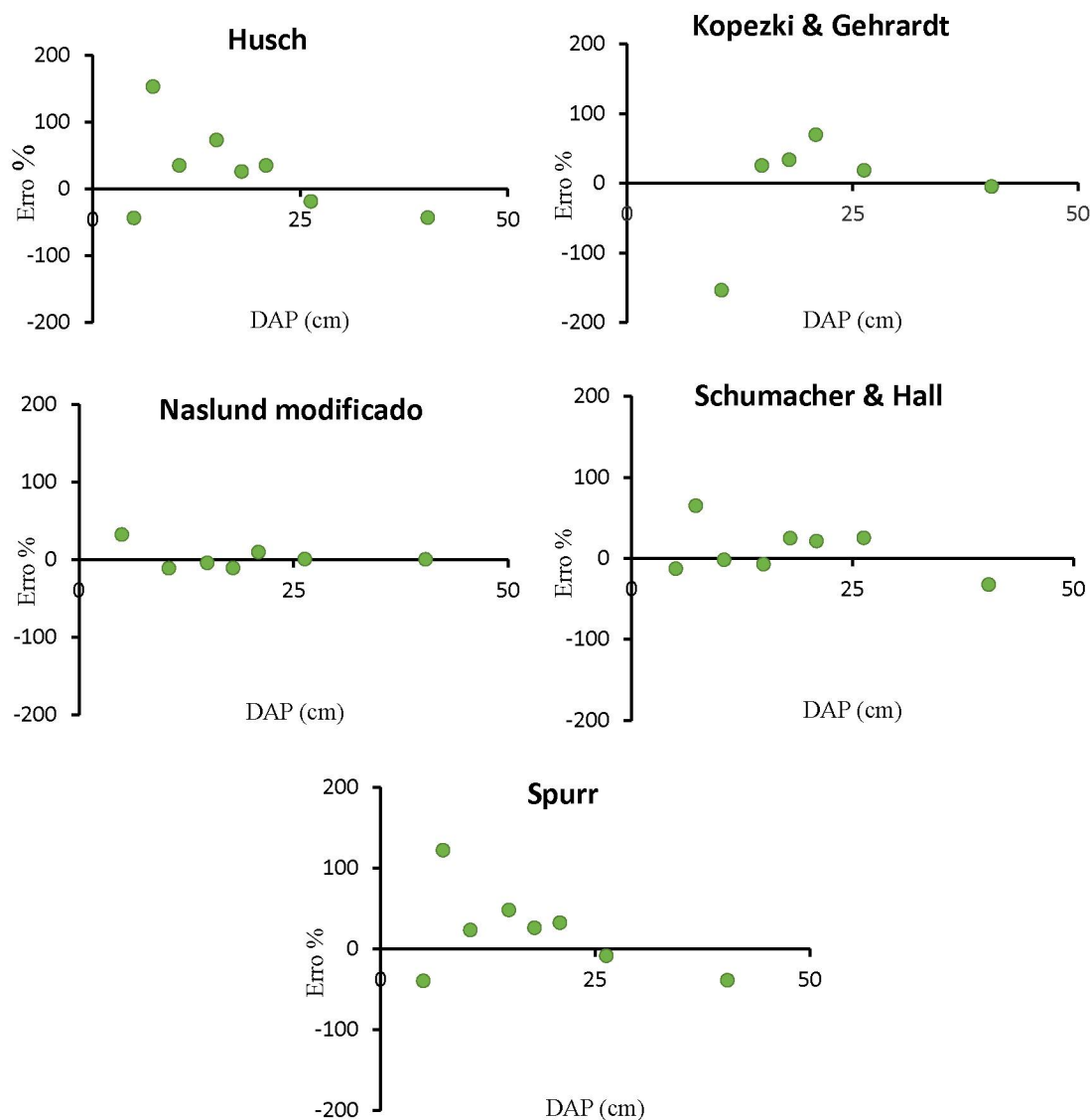
Parâmetros Estatísticos	SIMPLES ENTRADA (DAP)				DUPLA ENTRADA (DAP e h)		
	Brenac	Hohenadl & Krenn	Husch	Kopecki & Gehhardt	Naslund modificado	Schumacher & Hall	Spurr
β_0	-8,95090	0,29623	-9,42461	-0,16805	-0,0421	-12,64584	-10,5192
β_1	2,61017	-0,05416	2,73401	0,00159	-0,00114	1,16055	1,11957
β_2	-1,60626	0,00254	-	-	0,00026	3,43833	-
β_3	-	-	-	-	-0,00034	-	-
β_4	-	-	-	-	0,00355	-	-
CV (%)	94,336	13,784	81,970	31,270	6,596	59,107	67,008
R^2_{aj}	0,977	0,999	0,977	0,992	0,9999	0,991	0,985
S_{yx}	0,041	0,006	0,041	0,016	0,002	0,026	0,034
F	31,46	625,46	83,31	239,68	1.372	82,46	126,66

FONTE: A autora (2018).

NOTA: $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ = coeficientes; CV (%) = coeficiente de variação; R^2_{aj} = coeficiente de determinação; S_{yx} = erro padrão da estimativa; $S_{yx}\%$ = erro padrão da estimativa em percentagem; F = valor de F da análise da variância.

FIGURA 16 – DISPERSÃO DOS RESÍDUOS DOS MODELOS DE VOLUME PARA *Hymenaea stigonocarpa* COLETADAS EM ÁREA DE CERRADO NA FAZENDA NHUMIRIM, PANTANAL, CORUMBÁ, MS.





FONTE: A autora (2018).

Comparando o volume real com as equações estimadas pelos indivíduos amostrados, é possível observar que o volume real encontrado nas amostras em campo para a jatobá-do-cerrado ($4,638 \text{ m}^3$) se aproxima da estimada pela equação de Hohenadl & Krenn ($4,736 \text{ m}^3$) e de Naslund modificado ($4,712 \text{ m}^3$). Ainda assim, semelhante ao recomendado para gonçalo-alves, recomenda-se a ampliação das coletas, visando a obtenção de uma equação de volume de árvore individual mais robusta.

TABELA 12 – DIÂMETRO À ALTURA DO PEITO (DAP), ALTURA TOTAL, VOLUME REAL E VOLUMES ESTIMADOS PARA *Hymenaea stigonocarpa* COLETADAS EM ÁREA DE CERRADO NA FAZENDA NHUMIRIM, PANTANAL, CORUMBÁ, MS.

DAP (cm)	Altura (m)	Volume real (m³)	Hohenadl & Krenn (m³)	Naslund modificado (m³)
4,7	4,7	0,00471	0,09745	0,00231
48,4	15,0	3,64234	3,62175	3,64668
10,0	8,5	0,10762	0,00854	0,08126
9,5	8,0	0,03396	0,01122	0,06808
12,6	7,2	0,04881	0,01680	0,04121
23,9	10,5	0,38363	0,45088	0,38693
25,0	11,4	0,41665	0,52881	0,48595
Total		4,63771	4,73546	4,71242

FONTE: A autora (2018).

5.7 RELAÇÃO HIPSOMÉTRICA

Dos seis modelos de relação hipsométrica testados (TABELA 12), o que apresentou melhores parâmetros estatísticos foi o modelo de Stoffels ($\ln(h) = 0,96545 + 0,46205 \ln(d)$) com um coeficiente de variação de 1,19, coeficiente de determinação de 0,95, erro padrão da estimativa de 0,01 e um valor de F de 111,52 (TABELA 13).

TABELA 13 – PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DE MODELOS DE RELAÇÃO HIPSOMÉTRICA PARA AMOSTRAS COLETADAS DE *Astronium fraxinifolium* e *Hymenaea stigonocarpa* EM ÁREA DE CERRADO NA FAZENDA NHUMIRIM, PANTANAL, CORUMBÁ, MS.

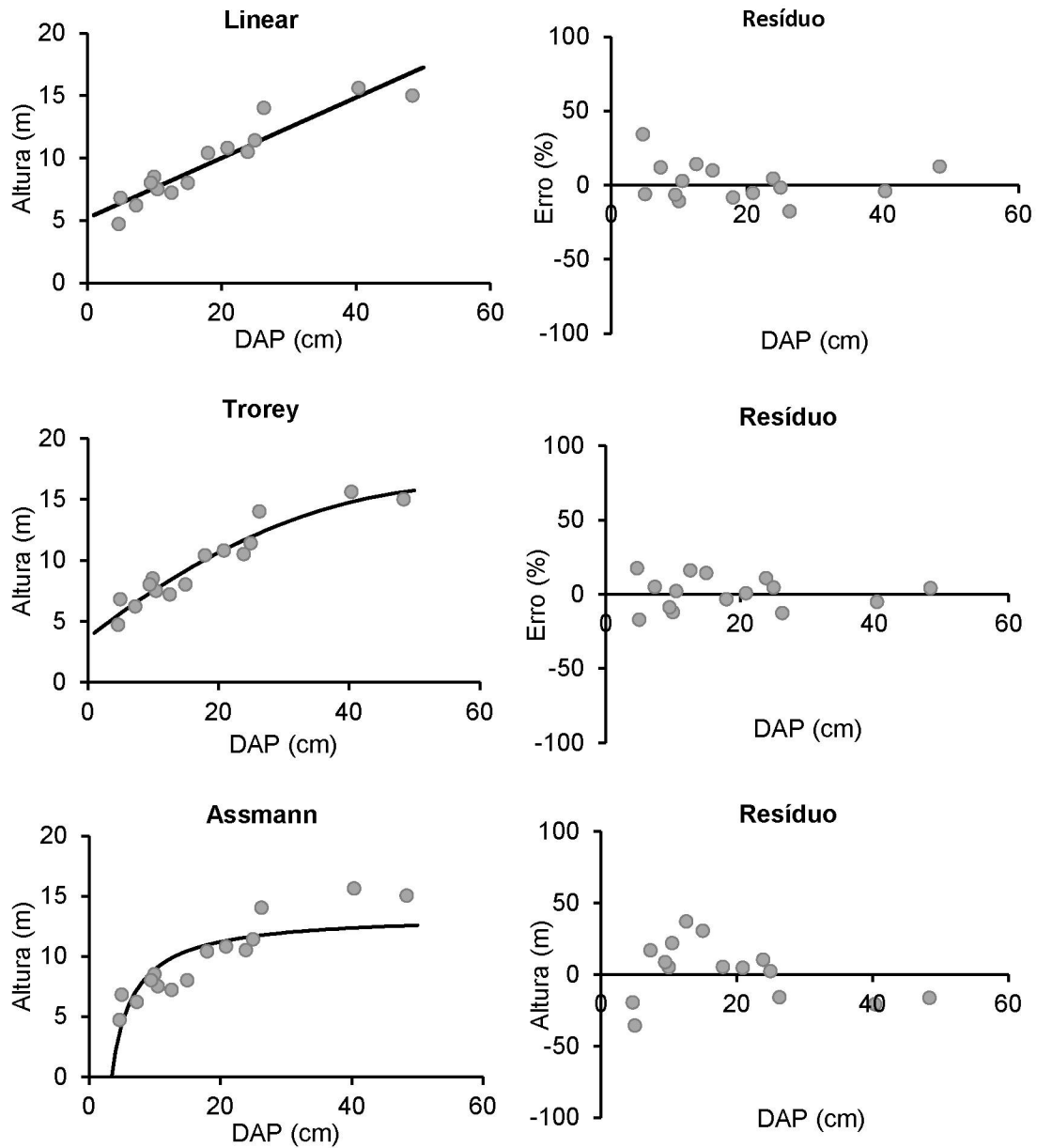
Modelos Matemáticos	β_0	β_1	β_2	CV (%)	R^2_{aj}	S_{yx}	S_{yx} (%)	F
Linear Simples	5,17	0,24	-	12,04	0,94	0,11	1,12	98,73
Trorey	3,61	0,42	-0,004	10,46	0,96	0,09	0,94	67,99
Assmann	13,49	-45,6	-	19,87	0,83	0,18	1,85	28,04
Henricksen	-2,17	4,38	-	12,32	0,94	0,11	1,15	93,79
Stoffels	0,97	0,46	-	1,19	0,95	0,01	0,11	111,52
Curtis	2,64	-5,08	-	1,74	0,88	0,02	0,16	45,24

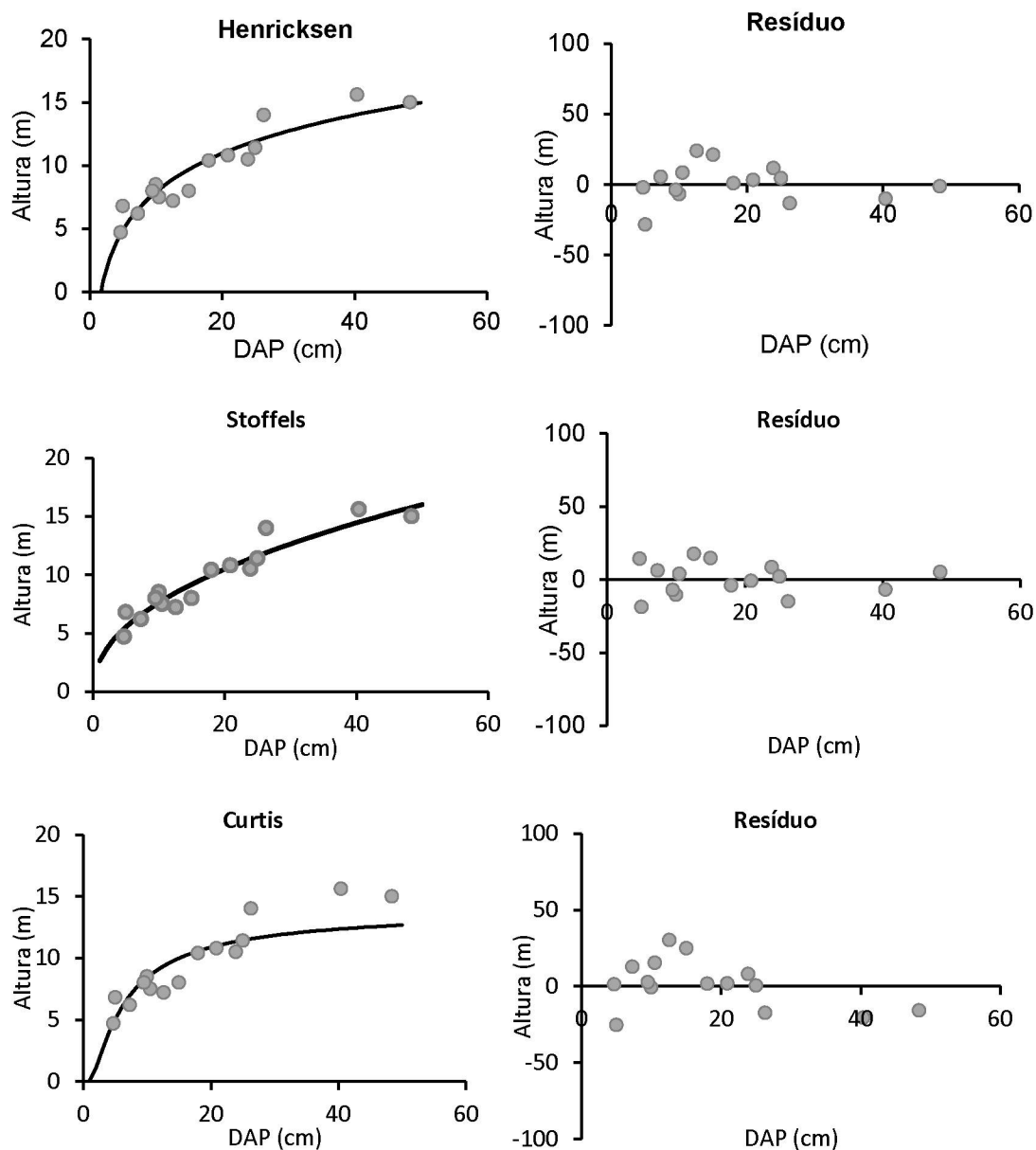
FONTE: A autora (2018).

NOTA: β_0 , β_1 , β_2 , β_3 , β_4 = coeficientes; CV (%) = coeficiente de variação; R^2_{aj} = coeficiente de determinação; S_{yx} = erro padrão da estimativa; $S_{yx}\%$ = erro padrão da estimativa em percentagem; F = valor de F da análise da variância.

Além de apresentar parâmetros estatísticos satisfatórios (TABELA 13), o modelo de Stoffels apresentou um bom ajuste da sua curva hipsométrica juntamente aos dados reais (FIGURA 17).

FIGURA 17 – CURVAS HIPSONÔMETRICAS E DOS RESÍDUOS, AJUSTADA PELO MODELOS PARA AMOSTRAS DE *Astronium fraxinifolium* e *Hymenaea stigonocarpa* COLETADAS EM ÁREA DE CERRADO NA FAZENDA NHUMIRIM, PANTANAL, CORUMBÁ, MS.



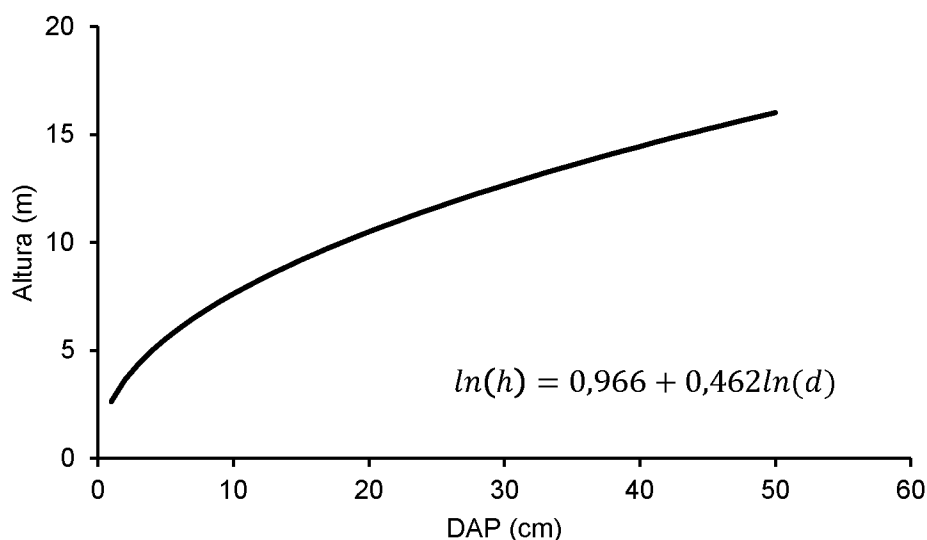


FONTE: A autora (2018).

Pode-se observar pela curva hipsométrica (FIGURA 18), a expectativa em altura das espécies estudadas na subregião da Nhecolândia. Os maiores indivíduos dificilmente atingirão 20 m de altura, sendo que as árvores apresentam seus picos de crescimento na fase inicial, com a desaceleração do crescimento em altura a partir dos 15 cm de DAP (ponto de inflexão da curva).

FIGURA 18 – CURVA HIPSOMÉTRICA, AJUSTADA PELO MODELO STOFFELS PARA AMOSTRAS DE *Astronium fraxinifolium* e *Hymenaea stigonocarpa* COLETADAS

EM ÁREA DE CERRADO NA FAZENDA NHUMIRIM, PANTANAL, CORUMBÁ, MS.



FONTE: A autora (2018).

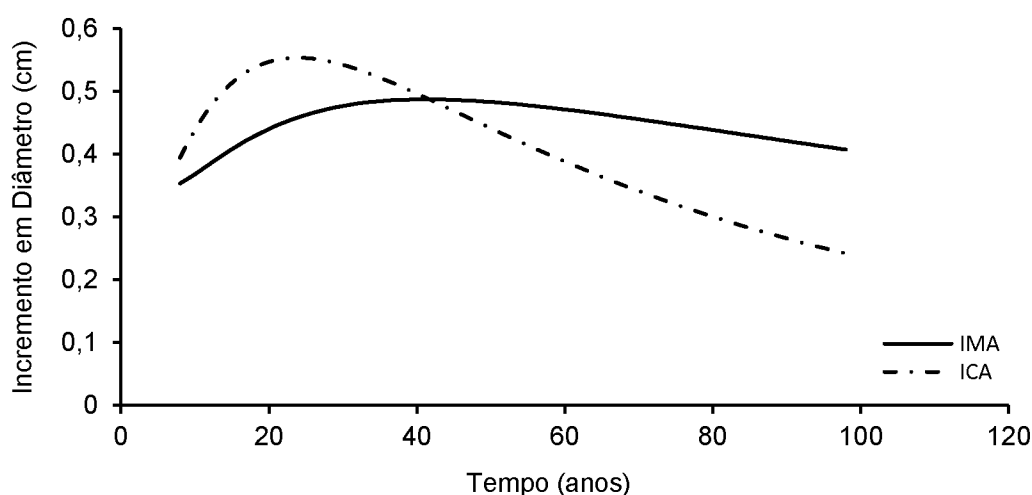
A relação hipsométrica realizada para a vegetação da Nhecolândia, utilizando duas espécies (*Astronium fraxinifolium* e *Hymenaea stigonocarpa*) como referência, mostra relação copa/diâmetro bem ajustada. Sendo esta variável de suma importância e uma das formas que é utilizada com frequência, justamente por diminuir custos do inventário ao medir um número menor da variável altura (CALDEIRA et al., 2002), mais dados possibilitarão um ajuste mais preciso da curva.

5.8 CURVAS DE MAXIMIZAÇÃO DOS INCREMENTOS

A figura 19 expressa as curvas de incremento médio anual (IMA) e incremento corrente anual (ICA) de gonçalo-alves. É possível observar que a curva de ICA atinge seu ponto máximo antes de cruzar com a curva de IMA. Para o IMA, seu ponto máximo acontece quando o resultante da sua derivada é zero. Graficamente, é possível observar seu ponto máximo quando tangenciado uma reta na curva de crescimento (COUTO; BATISTA; RODRIGUES, 1989). Aplicando-se as equações de crescimento (Johnson-Schumacher), pode-se observar pela figura 19 que gonçalo-alves atinge seu pico de crescimento ($0,49 \text{ cm.ano}^{-1}$) aos 41 anos, com 20 cm de DAP,

observado pela curva de IMA. Pela curva de ICA seu ponto máximo (0,55 cm), é aos 24 anos, com 11 cm de DAP. Ainda é possível inferir que a idade ótima de desenvolvimento da espécie, caracterizada como o ponto de maximização dos seus incrementos, é aos 42 anos, com um DAP de 20,5 cm, refletindo e volume, estimado por Hohenadl & Krenn, de 0,227 m³ e por Naslund modificado de 0,191 m³ (TABELA 14).

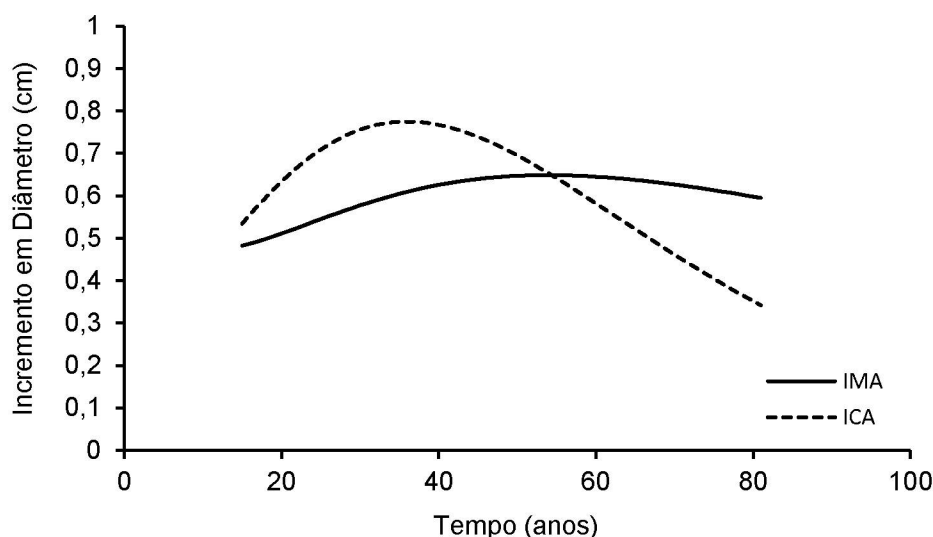
FIGURA 19 – INCREMENTO MÉDIO E CORRENTE ANUAL EM DIÂMETRO POR TEMPO DECORRENTE PARA INDIVÍDUOS DE *Astronium fraxinifolium* PARA ÁREA DE CERRADO NA FAZENDA NHUMIRIM, PANTANAL, CORUMBÁ, MS.



FONTE: A autora (2018).

Para jatobá-do-cerrado (FIGURA 20) constatou-se a curva de IMA atingiu seu crescimento máximo (0,65 cm.ano⁻¹) aos 54 anos, alcançando um DAP, estimado pela fórmula de Gompertz, de 35 cm. Já o ICA tem seu pico de produtividade (0,77cm) antes do IMA, aos 36 anos, sendo que com essa idade a árvore teria um DAP de 22 cm.

FIGURA 20 – INCREMENTO MÉDIO E CORRENTE ANUAL EM DIÂMETRO POR TEMPO DECORRENTE PARA INDIVÍDUOS DE *Hymenaea stigonocarpa* PARA ÁREA DE CERRADO NA FAZENDA NHUMIRIM, PANTANAL, CORUMBÁ, MS.



FONTE: A autora (2018).

Quando a curva de IMA e ICA se cruzam, sua idade ótima para corte é atingida, sendo essa aos 55 anos para as amostras do jatobá-do-cerrado, com um DAP de 35,65 cm (FIGURA 20), equivalendo um volume, estimado por Hohenadl & Krenn, de 1,594 m³ e por Naslund modificado de 1,508 m³ (TABELA 14).

TABELA 14 – RELAÇÃO DE VOLUME NA IDADE ÓTIMA PARA A ESPÉCIE *Astronium fraxinifolium* e *Hymenaea stigonocarpa* COLETADAS EM ÁREA DE CERRADO.

Espécie	Idade ótima					Volume (m ³)	
	Ano	H (m)	DAP (cm)	IMA (cm.ano ⁻¹)	ICA (cm.ano ⁻¹)	Hohenadl & Krenn	Naslund modificado
<i>Astronium fraxinifolium</i>	42	10,1	20,5	0,49	0,49	0,22708	0,19071
<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	55	13,8	35,7	0,65	0,64	1,59396	1,50830

FONTE: A autora (2018).

É relevante lembrar a importância de se conhecer o ritmo de crescimento de cada espécie. Considerando, por exemplo, situações de manejo, a extração realizada antes da culminação de seu ponto ótimo de

crescimento não se aproveitará o máximo que aquela espécie pode acumular em volume ou biomassa (MATTOS et al., 2016).

Se o objetivo do manejo for com lenha, por exemplo, para aquela região do Pantanal de Nhecolândia esperar por diâmetros maiores que 20 cm para o gonçalo-alves e 36 cm para o jatobá-do-cerrado pode acarretar em perda por mortalidade.

6 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O Manejo florestal sustentável vem sendo utilizado no Brasil há décadas, onde este é definido no decreto onde houve a regulamentação do manejo florestal na Planície Alagável da Bacia do Alto Paraguai de Mato Grosso (LEI Nº 8.830 de 21/01/08), como uma forma administrativa da floresta visando obter os benefícios econômicos e sociais do meio, como a utilização das espécies madeiras de múltiplos produtos e subprodutos não madeiros, sempre respeitando o mecanismo de sustentação do ecossistema (SILVA, 1996; CAMARA, 2018).

Devido à complexidade da dinâmica das florestas naturais, é importante conhecer as particularidades das espécies nos diferentes ecossistemas, a fim de planejar o uso sustentável de tais recursos (CARVALHO, 1999).

Pensando na importância de se conhecer a dinâmica de cada espécie, os resultados de incremento médio juntamente com o modelo estimado indicam que, apesar de ter atingido seu ponto de inflexão, *Astronium fraxinifolium* ainda não atingiu sua assíntota. Nesses casos é importante a continuidade de estudos, com coleta de árvores de maiores diâmetros, visando a construção de modelo mais adequado.

A sucessão ecológica é um processo de instalação de organismos que acontece de forma gradual e lento, podendo ultrapassar até 60 anos, por isso o estudo detalhado de como ocorre o processo de sucessão é fundamental, podendo alterar o ambiente a fim de otimizar o processo de crescimento aumentando a velocidade de como a vegetação recompõe ou contornando possíveis perturbações ambientais (Apostila RAD).

Recomenda-se testar a adoção de *Simarouba versicolor* em experimentos de Recuperação de Áreas, inserindo na fase inicial, tendo em vista que a espécie apresenta características de espécies pioneiras, com rápido crescimento inicial (FIGURA 5). *Astronium fraxinifolium* e *Hymenaea stigonocarpa* poderia ser incorporadas em fase posterior, visto que o comportamento delas é de secundária tardia. Ainda assim, seria recomendável comparar o incremento registrado para as três espécies na subregião da

Nhecolândia, com outras condições de crescimento presentes em outras regiões de ocorrência natural.

Conhecendo a idade, o incremento médio e como tais espécies expressam seu crescimento em ambientes diferentes possibilita um avanço nos estudos sobre dinâmica de crescimento, viabilizando subsídios para um plano de manejo florestal e silvicultural, levando-se em consideração a particularidade de cada espécie (MATTOS, 1999).

7 CONCLUSÕES

- a) Foi possível constatar crescimento distinto entre as espécies estudadas. *Astronium fraxinifolium* foi o que apresentou o menor dos IMA em diâmetro ($0,39 \text{ cm.ano}^{-1}$; desvio padrão = $0,14$) e *Hymenaea stigonocarpa* apresentou um IMA próximo às médias encontradas na região ($0,60 \text{ cm.ano}^{-1}$; desvio padrão = $0,18$). Porém, a espécie que se destacou foi *Simarouba versicolor*, que apresentou um IMA superior ($0,95 \text{ cm.ano}^{-1}$; desvio padrão = $0,27$) comparado as outras duas estudadas.
- b) Para a distribuição do seu incremento por diâmetro, as espécies apresentaram o pico dos seus incrementos em classe de diâmetros diferentes. Para *Astronium fraxinifolium* os maiores incrementos se encontraram na classe de diâmetro de 25 cm e *Hymenaea stigonocarpa*, teve seu máximo na classe dos 35 cm. *Simarouba versicolor* apresentou comportamento distinto das outras duas, pois apresentou incremento praticamente constante nas três primeiras classes de diâmetro.
- c) O modelo de crescimento que se ajustou para as espécies de *Astronium fraxinifolium* e *Simarouba versicolor* foi o de Johnson-Schumacher. Já para o *Hymenaea stigonocarpa* foi o modelo de Gompertz
- d) *Astronium fraxinifolium* e *Hymenaea stigonocarpa* apresentaram comportamento semelhante, como espécies secundárias; e *Simarouba versicolor* demonstrou comportamento de pioneira.

REFERÊNCIAS

- ADÂMOLI, J. O Pantanal e suas relações fitogeográficas com os cerrados: discussão sobre o conceito "Complexo do Pantanal". In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 32., 1981, Teresina. Anais... Teresina: Sociedade Botânica do Brasil, 1982. p.109-1 19.
- AGUIAR, A. V.; BORTOLOZO, F. R.; MORAES, M. L. T.; SÁ, M. E. Determinação de parâmetros genéticos em população de gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium*) através das características fisiológicas da semente. *Scientia Florestalis*; n. 60, p. 89-97. 2001.
- AI DE TI, Pantanal. Revista Campo Agropecuária, v.2, n.15/16, p.16-19, nov./dez. 1979.
- AKACHUKU, A. E. The effects of some internal and external factors on growth rate of *Lovoa trichilioides* deduced from its wood anatomy. **IAWA**, v. 5, n. 1, p. 75-80, 1984.
- ALEMDAG, I. S. National site-index and heightgrowth curves for white spruce growing in natural stands in Canada. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 21, p.1466–1474, 1991.
- ALMEIDA, S. P. Cerrado: aproveitamento alimentar. Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC, 1998. 188 p.
- ALMEIDA, S. P.; SILVA, J. A.; RIBEIRO, J. F. Aproveitamento alimentar de espécies nativas dos cerrados: araticum, baru, cagaita e jatobá. Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC, 1987.
- AMARILLA, L.; BONINSEGNA, J. A.; VILLALBA, J. A.; OCAMPO, J. Studies on tree rings, growth rates and age-size relationships of tropical tree species in Misiones, Argentina. *IAWA Bulletin*, Leiden, v. 10, n. 2, p. 161-169, 1989.

ANTEZANA, F. L. Crescimento inicial de 15 espécies nativas do bioma Cerrado sob diferentes condições de adubação e roçagem, em Planaltina - DF. 2008. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)-Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

ARAÚJO, L. C.; SANTOS, A. C. dos; FERREIRA, E. M.; CUNHA, O. F. R.. Efeitos da adição de diferentes fontes de matéria orgânica nas características químicas do solo e na produtividade do *Panicum maximum* cv. mombaça. In: CONGRESSO CIENTÍFICO, 1.; SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 1., 2005, Tocantins. [Anais eletrônicos...] Tocantins: UFT. 2005. 1 CD-ROM.

AZNAR, J. C.; RICHER-LAFLÈCHE, M.; MARION, J. Mining and Smelting Activities Produce Anomalies in Tree-growth Patterns (Murdochville, Québec). Water, Air, and Soil Pollution., Volume 186, Issue 1–4, pp 139–147. 2007.

BARBOSA, D. C. A., BARBOSA, M. C., LIMA, C. M., 2003. Fenologia de espécies lenhosas da caatinga. In: Leal, I. R., Tabarelli, M., Silva, J. M. C. (Eds.), Ecologia e Conservação da Caatinga. Editora Universitária, Recife, p. 657-694.

BARROS, D. P. de. Regeneração de espécies florestais em São Simão através da talhadia. **Silvicultura em São Paulo**, SãoPaulo, v. 4/5, n. 4, p. 171-179, 1965/1966.

BARROSO, G. M. Sistemática de Angiosperma do Brasil. Viçosa, Imp. Universitaria. v.2, p. 266-271. 1984.

BATISTA, J. L. F.; COUTO, H. T. Z. do; SILVA FILHO, D. F. da S. Quantificação de recursos florestais: árvores, arvoredos e florestas. São Paulo: Oficina de Textos, 2014. 384 p.

BILLINGS, W. D. The environment complex in relation to plant growth and distribution. Quarterly Review Biological, 27:251-265. 1962.

BIOMAS - Projeto Biomas. Disponível em: <<http://www.projetobiomas.com.br/projeto>>. Acesso em: 26/03/2015.

BORGES, A. D.; ARCE, J. E; BRAZ, E. M. Crescimento e diâmetro ótimo de corte de *Erisma uncinatum* Warm., no município de Santa Carmem, microregião de Sinop, MT. (2017).

BORTOLI, C.; MATTOS, P. P.; SALIS, S. M. Dinâmica de Crescimento de *Terminalia argentea* Mart et Succ. (Combretaceae) no Pantanal Sul Mato-Grossense. In: EVENTO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA FLORESTAS, 6. 2005. Colombo, Anais. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. Resumo.

BOTELHO, S. A.; FERREIRA, R. A.; MALAVASI, M. M.; DAVIDE, A. C. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, plântulas e mudas de jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.ex Hayne) – FABACEAE. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n 1, p. 144-152, 2000.

BRANDÃO, M. Plantas medicamentosas do Cerrado mineiro. **Informe Agropecuário**, v. 15, n. 15-20, 1991.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. 1988.

BRASIL. Ministério do Interior. 1974. Departamento Nacional de Obras e Saneamento. Estudos Hidrológicos da Bacia do Alto Paraguai: Relatório Técnico. Rio de Janeiro, v.1, 184p.

BRIENEN, R. J. W.; ZUIDEMA, P. A. The use of tree rings in tropical forest management: Projecting timber yields of four Bolivian tree species. **Forest Ecology and Management**, v. 226, p. 256-267, 2006.

BROWN, M.E. Seed and root bacterization. Annual Review of Phytopathology, v.12, p.181-197, 1974.

BUDOWSKI, G. N. Distribution of tropical American rain forest species in the light of succession processes. *Turrialba*, 15 (1) 40-2, 1965.

BUONGIORNO, J.; GILLESS, J. K. *Forest management and economics*. New York: Macmillan Publishing, 1987. 285 p.

BURKHART, H. E.; TOMÉ, M. **Modeling forest trees and stands**. Dordrecht: Springer, 2012. 457 p.

CALDEIRA, M.V.W.; SCHUMACHER, M.V.; SCHEEREN, L.W.; BARICHELO, L.R.; WATZLAWICK, L.F. Relação hipsométrica para *Acacia mearnsii* com diferentes idades. *Boletim de Pesquisa Florestal*, Colombo, n.45, p.57-68, 2002.

CALLADO, C.H.; GUIMARÃES, R.C. Estudo dos anéis de crescimento de *Schizolobium parahyba* (Leguminosae: Caesalpinioideae) após episódio de mortalidade em Ilha Grande, Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Botânica*, v.33, n.1, p.85-91, 2010.

CAMARA DOS DEPUTADOS.
<<http://www2.camara.leg.br/login/fed/decret/1994/decreto-1282-19-outubro-1994-449519-norma-pe.html>>. Acesso em 28/01/2018.

CAMPOS FILHO, E. M.; SARTORELLI, P. A. R. Guia de identificação de espécies chave para a restauração florestal na região de Alto Teles Pires, Mato Grosso. São Paulo (SP): The Nature Conservancy, 248p. 2015.

CANETTI, A.; MATTOS, P. P.; BRAZ, E. M.; RICKEN, P.; NETTO, S. P. Retrospective analysis of competition in a forest remnant: a case study of *Podocarpus lambertii* in the Araucaria Forest. *DENDROCHRONOLOGIA*, v. 40, p. 43-49, 2016.

CARVALHO N.M., SANTOS A.C., FACCIN T.C., BACHA F.B., CARVALHO A.Q., POTT A.; LEMOS R.A.A. Intoxicação espontânea e experimental por

Simarouba versicolor (Simaroubaceae) em bovinos. VII Endivet, Porto Alegre, RS. 2012. Resumo.

CARVALHO, F. F. de; BARRETO, A. A. B.; ARAGÃO, M. A.; VIRGENS, A. P. das. IV SEEFLO-BA, Vitória da Conquista, BA. 2016.

CARVALHO, P. E. R. Jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa*). Colombo: Embrapa Florestal, 2007. 8 p. (Embrapa Florestal. Circular técnica, 133).

CHAGAS CAMPOS, J. C. Principais fatores do meio que afetam o crescimento das árvores. Revista Floresta. 1970.

CIPRIANO, J.; MARTINS, L.; DEUS, M. S. M.; PERON, A. P. **GÊNERO *Hymenaea* E SUAS ESPÉCIES MAIS IMPORTANTES DO PONTO DE VISTA ECONÔMICO E MEDICINAL PARA O BRASIL.** Caderno de Pesquisa, série Biologia, volume 26, número 2. Pag 41-51. 2014.

CLAESSENS, H.; PAUWELS, D.; THIBAUT, A.; RONDEUX, J. Site index curves and autecology of ash, sycamore and cherry in Wallonia (Southern Belgium). Forestry (Lond) (1999) 72 (3): 171-182.

COURALET, C.; SASSKLAASSEN, U.; STERCK, F.; BEKELE, T.; ZUIDEMA, P. Combining dendrochronology and matrix modeling in demographic studies: An evaluation for in Ethiopia. **Forest Ecology and Management**, v. 216, p. 317-330, 2005.

COURALET, C.; STERCK, F.J.; SASS-KLAASSE, U.; VAN ACKER, J.; BEECKMAN, H. Species-Specific Growth Responses to Climate Variations in Understory Trees of a Central African Rain Forest. Biotropica, v. 42, n. 4, p. 503-511, 2010.

CRISPIM, S. M. A.; CARDOSO, E. L. O PANTANAL E AS QUEIMADAS. Revista AÇÃO AMBIENTAL, Viçosa - MG, v. 26, p. 35 - 37, 01 fev. 2004.

CRONQUIST, A. An integrated system of classification of flowering plants. Columbia Univ. Pr., New York. p. 805-808. 1981.

COUTO, H. T. Z.; BATISTA, J. L. F.; RODRIGUES, L. C. E. "Mensuração e gerenciamento de pequenas florestas". Documentos florestais, Piracicaba, n. 5, p. 1-37, 1989.

CURTO, R. A. AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO E POTENCIAL DE MANEJO EM PLANTIO SUPERESTOCADO DE *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. Tese de Doutorado do Curso de Pós graduação Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná. 2015.

DAVISON, A. C.; HINKLEY, D. V. Bootstrap methods and their application. Cambridge: University Press, 1997. 582 p. (Cambridge Series in Statistical and Probabilistic Mathematics). Inclui 1 disquete 3 1/2" (DQ-2002.00004).

DORES, E. F. G. C.; CALHEIROS, D. F. Contaminação por agrotóxicos na bacia do rio Miranda, Pantanal (MS). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 3, n. 2, 4p. 2008.

DUBS, B. Differentiation of woodland and wet savanna habitats in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. BetronaVerlag, Kußnacht. 1994.

DUFF, G. H.; NOLAN, N. J. Growth and morphogenesis in the Canadian forest species, 11. specific increments and their relation to the quantity and activity of growth in *Pinus resinosa* Ait. Canadian Journal of Botany, Ottawa, v. 35, p. 527-572, 1957.

DURLO, M.A.; DENARDI, L. Morfometria de *Cabralea canjerana*, em mata secundária do Rio Grande do Sul. Ciencia Florestal, Santa Maria ,v. 8, n. 1, p.55-66, 1998.

ECKSTEIN, D. The scope of dendroecology. In: International Dendroecological Laboratory Week 1999. Disponível em: <<http://www.forst.uni-freiburg.de/Waldwachstum/laborato.htm>>. Visitado em 10/10/2007.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Plano de utilização da Fazenda Nhumirim – Documento 21. Corumbá: Ministério da Agricultura e Abastecimento, 1997.

ENCINAS, J. I.; SILVA, G. F.; PINTO, J.R.R. Idade e Crescimento das Árvores. Comunicações Técnicas Florestais, UnB ISSN 1517-1922, v.7, n.1, 43p., 2005.

FERREIRA, L. **Periodicidade do crescimento e formação da madeira de algumas espécies arbóreas de Florestas Estacionais Semidecíduas da região sudeste do Estado de São Paulo.** 2002. 103f.. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) Universidade de São Paulo, ESALQ, Piracicaba, 2002.

FIGUEIREDO, M. A. P.; SOUZA, A. L. de; MEIRA NETO, J. A. A.; SILVA, A. F. da; FIGUEIREDO, L. H. A. Alteração estrutural de uma área de Cerrado explorada sob regime de manejo no município de João Pinheiro - Minas Gerais - Brasil. Revista Árvore, Viçosa-MG, v.34, n.3, p.521-528, 2010.

FRITTS, H. C. Tree rings and climate. London: Academic Press, 1976. 567p.

GALVÃO, A. P. M.; MEDEIROS, A. C. S. Restauração a Mata Atlântica em áreas de sua primitiva ocorrência natural. Embrapa Florestas, Colombo, p. 134. 2002.

GARCIA, E. A.; CASTRO, L. H. R. Análise da frequência de chuva no Pantanal Mato-Grossense. Brasília: Pesquisa Agropecuária Brasileira 21(9):909-925, 1986.

GEBREKIRSTOS A, BRÄUNING A, SASS-KLASSEN U, MBOW C. Opportunities and applications of dendrochronology in Africa. Current Opinion in Environmental Sustainability, v. 6, p. 48-53, 2014.

GRIEVE, M. A. **Modern Herbal**. Online. Disponível em: www.botanical.com/botanical/mgm/s/simaru50.html. Acesso: 13/09/20015.

GRISSINO-MAYER, H. D. Ultimate tree-ring web pages. Principles of dendrochronology. 1996. Disponível em: <http://web.utk.edu/~grissino/principles.htm>. Atualizado em 28/09/2017. Acesso em: 27/10/2017.

HALL, I.L.; LEE, K.H.; IMAKURA, Y.; OKANO, M.; JOHNSON, A.; “Antiinflammatory agents III. Structure-activity relationships of brusatol and related quassinoids”, J. Pharm. Sci. 72: 1282-1284, 1983.

HILEY, W. E. Conifers: South African methods of cultivation. London: Faber and Faber, 1959. 123 p.

<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/Livro025.pdf> Acesso em 05/08/2015.

HUSCH, B.; MILLER, I. C.; BEERS, T. W. **Forest mensuration**. New York: John Wiley, 1982. 402 p.

IBAMA. Portaria Ibama nº 37-N, de 03 de abril de 1992. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/179/_arquivos/179_05122008033627.pdf

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Censo Agropecuário 2006: resultados preliminares. IBGE: Rio de Janeiro, 2007.

IMAÑA-ENCINAS, J.; SANTANA, O. A.; MACEDO, L. A. de; PAULA, J. E. de. Distribuição diamétrica de um trecho da floresta estacional semidecidual na área do ecomuseu do cerrado. Cerne, Lavras, v. 14, n. 1, p. 33-45, jan./mar. 2008.

IMAÑA-ENCINAS, J.; SANTANA, O. A.; PAULA, J. E. de; IMAÑA, C. R. Equações de volume de madeira para o cerrado de planaltina de Goiás. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 39, n. 1, p. 107-116, jan./mar. 2009.

JENRICH, H. Vegetação arbórea e arbustiva nos altiplanos das chapadas do Piauí central: características, ocorrência e empregos. Teresina: GTZ, 1989. 70 p.

JUNK, W. J.; SILVA, C. J. 1999. O conceito do pulso de inundação e suas implicações para o Pantanal de Mato Grosso. Pp.17-28. In: Anais do II Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal, Manejo e Conservação. Corumbá-MS, 1996. Brasília, EMBRAPA-CPAP.

KAGEYAMA, P.Y.; BIELLA, L.C.; PALERMO JUNIOR, A. Plantações mistas com espécies nativas com fins de proteção a reservatórios. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão: SBS/SBEF, 1990. p.109-113.

KRAMER, P. J.; KOZLOWSKI, T. T. Physiology of trees. McGraw-Hill Book Company. New York, USA. p. 642. 1960.

KRAMER, P. J.; KOZLOWSKI, T. T. Physiology of woody plants. New York: Academic Press, 1979. 811 p.

LARA, W.; BRAVO, F.; MAGUIRE, D. A. Modeling patterns between drought and tree biomass growth from dendrochronological data: A multilevel approach. *Agricultural and Forest Meteorology*. Vol. 178-179. Pages 140-151. 2013.

LARCHER, W. Ecofisiologia vegetal. São Paulo: Rima Artes e Textos, 2000. 531 p.

LORENZI, H. 1998. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. Vol.2. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, Nova Odessa, SP. 324p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 368p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 3. ED. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2. v. 2000.

MACHADO, S. A.; CONCEIÇÃO, M. B.; FIGUEREDO, D. J. Modelagem do volume individual para diferentes idades e regimes de desbaste em plantações de *Pinus oocarpa*. *Revista Ciências Exatas e Naturais*, v. 4, n. 2. 2002.

MACHADO, S.A.; FIGUEIREDO FILHO, D. A. Comparação entre métodos para avaliação de volume total de madeira por unidade de área, para o pinheiro do Paraná, na região sul do Brasil. *Cerne*, Lavras, MG, v.6, n.2, p. 55-66, 2000.

MACHADO, S. A.; FIGUEIREDO FILHO, A. *Dendrometria*. 2.ed. Guarapuava: UNICENTRO, 2014.

MATTOS, P. P. de; SALIS, S. M. de; BRAZ, E. M.; CRISPIM, S. M. A. Sustainable management of natural forests in Pantanal Region, Brazil. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 20, n. 2, p. 321-333, abr./jun. 2010.

MATTOS, P. P. de; BRAZ, E. M. Anais da reunião técnica temática: crescimento de espécies arbóreas. Colombo: Embrapa Florestas, ISSN 1980-3958. Documento 227. 2011.

MATTOS, P. P. de; BRAZ, E. M.; DOMENE, V. D.; SANTOS, A. T. dos; MELLO, A. A.; SALIS, S. M. de; FERREIRA, R. A.; PORFIRIO-DA-SILVA, V. Estimativa de crescimento em Diâmetro e Volume. In: GOMES, L. J.; SILVA-MANN, R.; MATTOS, P. P. de; RABBANI, A. R. C. *Pensando a biodiversidade: aroeira (Schinus terebinthifolius RADDI.)*. São Cristóvão: Ed. UFS, p. 161-177. e-book. 2013.

MATTOS, P. P. Identificação de anéis anuais de crescimento e estimativa de idade e incremento anual em diâmetro de espécies nativas do Pantanal da Nhecolândia, MS. Tese de Doutorado do Curso de Pós graduação Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná. 1999.

MATTOS, P. P.; AGUSTINI, A. F.; ALVAREZ, I. A. Dinâmica de crescimento em diâmetro de espécies arbóreas da Caatinga. In: WORKSHOP SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS DE MATA CILIAR NO SEMIÁRIDO, 1., 2010, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. p. 92-98. (Embrapa Semiárido. Documentos, 234).

MATTOS, P. P.; BRAZ E. M.; DOMENE, V. D.; SAMPAIO, E. V. S. B.; GASSON, P.; PAREYN, F. G. C.; ALVAREZ, I. A.; BARACAT, A.; ARAUJO, E. L. Climate-tree growth relationships of *Mimosa tenuiflora* in seasonally dry tropical forest, Brazil. **Cerne**, Lavras, v. 21, n. 1, p. 141-149, 2015.

MATTOS, P. P.; BRAZ, E. M.; HESS, A. F.; SALIS, S. M. A. A dendrocronologia e o manejo florestal sustentável em florestas tropicais. Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 37 p. (Embrapa Floretas. **Comunicado técnico, 218**).

MATTOS, P. P.; SEITZ, R. A.; SALIS, S. M. A. Idade e Ritmo de Crescimento do Tronco de Árvores de Espécies da Floresta Natural do Pantanal Matogrossense, MS. Bol. Pesq. Fl., Colombo, n. 50, p 69-80. jan./jun. 2005.

MATTOS, P. P.; SEITZ, R. A.; SALIS, S. M. A. Potencial dendroecológico de *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Toledo. **Boletim de Pesquisa Florestal**. Colombo, n. 48, p. 93-103, 2004.

MESQUITA, A. G. **Contribuição ao conhecimento químico de plantas do Nordeste do Brasil: *Simarouba versicolor* (Simaroubaceae)**. Dissertação de Mestrado do Curso de Pós graduação em Química Orgânica da Universidade Federal do Ceará. P 119, 1997.

MIRANDA, K.; CUNHA, M. L. F.; DORES, E. G. G. C.; CALHEIROS, D. F. Pesticide residues in river sediments from the Pantanal Wetland, Brasil. **Journal of Environmental Science and Health**, Part B., v. 43, p. 717-722, 2008.

MOREIRA, M.A.T., SOBRINHO, S.P., SILVA, S.J.; SIQUEIRA, A.G. 2005. Superação de dormência em sementes de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.). Universidade Estadual de Goiás, Goiás, 6p.

OLIVEIRA, M. D.; CALHEIROS, D. F. Características e alterações limnológicas na bacia do rio Taquari. In: GALDINO, S.; VIEIRA, L. M.; PELLEGRIN, L. A. (Ed.). **Impactos Ambientais e Socioeconômicos na bacia do rio Taquari - Pantanal**. Corumbá, MS: Embrapa Pantanal, 2005. p. 199-206.

PADOVANI, C. R.; ASSINE, M. L.; VIEIRA, L. M. Inundações no leque aluvial do Rio Taquari. In: GALDINO, S.; VIEIRA, L. M.; PELLEGRIN, L. A. (Ed.). **Impactos ambientais e socioeconômicos nas Bacia do rio Taquari - Pantanal**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2005. p.183-198.

PADOVANI, C. R.; CRUZ, M. L. L.; PADOVANI, S. L. A. G. 2004. Desmatamento do Pantanal brasileiro para o ano 2000. Pages 1–7 in *IV Simpósio sobre recursos naturais e sócio-econômicos do Pantanal*, Embrapa Pantanal. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Pantanal , Corumbá , Brasil.

PEARCE, D.; PUTZ, E. F.; VANCLAY, J. K. Sustainable forest in tropics: panacea or folly? **Forest Ecology and Management**, v. 172 p. 229-247, 2003.

PEIXOTO, P. H. P.; DA MATTA, F. M.; CAMBRAIA, J. Responses of the photosynthetic apparatus to aluminum stress in two sorghum cultivars. *Journal of Plant Nutrition*, New York, v.25, p.821-832, 2002.

PEIXOTO, G. L.; MARTINS, S. V.; Alexandre Francisco da SILVA, A. F. da; SILVA, E. Estrutura do componente arbóreo de um trecho de Floresta Atlântica

na Área de Proteção Ambiental da Serra da Capoeira Grande, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. *Acta bot. bras.* 19(3): 539-547. 2005.

PEREIRA NETO, L. G.; SILVA, A. C. da; TOOROP, P. E.; SILVA, E. A. A. da. Temperatura ideal para germinação de sementes de *Astronium fraxinifolium* Schott. In: III Congresso Brasileiro de Recursos Genéticos. Santos-SP. 2014. Resumo.

PEREIRA, J. S.; RODRIGUES, S. C. Crescimento de espécies arbóreas utilizadas na recuperação de área degradada. **Caminhos de Geografia**, v. 13, n. 41, 2012.

PEREIRA, M. L., ANDRADE, L. A., COSTA, J. R. M., DIAS, J. M. Regeneração natural de um remanescente de caatinga sob diferentes níveis de perturbação no agreste paraibano. **Acta Botânica Brasilica**. v. 15, n. 3, p.413-426, 2001.

POLONSKY J. 1973. Quassinoid Bitter Principles. *Fortschr Chem Org Nat* 30: 101-150

POLONSKY J. 1985. Quassinoid Bitter Principles II. *Fortschr Chem Org Nat* 47: 221-264.

POLUNIN, N. Introduction to plant geography. London, Longmans. 640p. 1960.

POTT, A.; POTT, V. J. 2003. Espécies de fragmentos florestais em Mato Grosso do Sul. Pp. 26-52. In: Costa, R.B. (org.). In Costa, R.B.C. (org.). *Fragmentação florestal e alternativas de desenvolvimento rural na região Centro-Oeste*. UCDB, Campo Grande.

POTT, A.; POTT, V.J. 1994. Plantas do Pantanal. Embrapa Pantanal, Corumbá, MS. 320p.

PRETZSCH, H. Forest Dynamics, Growth and Yield: From Measurement to Model. Springer eBooks. XIX, 664p. 301 illus. digital. 2009.

PRIOR, L. D.; BROOK, B. W.; WILLIAMS, R. J.; WERNER, P. A.; BRADSHAW, C. J. A.; BOWMAN, D. M. J. S. Environmental and allometric drivers of tree growth rates in a north Australian savanna. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 234, p. 164-180, 2006.

PUMIJUMNONG N. Dendrochronology in Southeast Asia. *Trees*, v. 27, n. 2, p. 343-358, 2013.

RAVENTÓS, J.; SILVA, J. F. Competition effects and responses to variable numbers of neighbours in two tropical savanna grasses in Venezuela. *Journal of Tropical Ecology*. Cambridge, v. 11, n.1, p. 39-52, 1995.

RESENDE, A. V. de; FURTINI NETO, A. E.; MUNIZ, J. A.; CURI, N.; FAQUINI, V. Crescimento inicial de espécies florestais de diferentes grupos sucessionais em resposta a doses de fósforo. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.34, n.11, p.2071-2081, nov. 1999.

REVISTA GLOBO RURAL (2009). <
http://revistagloborural.globo.com/EditoraGlobo/componentes/article/edg_article_print/0,3916,1705356-1484-1,00.html>.

RICHTER, H. G.; BURGER, L. M. Anatomia da madeira. 2. ed. Curitiba: UFPR, Setor de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia e Tecnologia Rurais, 1978, 76 p.

ROLLET, B. Arquitetura e crescimento das florestas tropicais. s.1., s.ed., 30p.1978.

ROMAN, M.; BRESSAN, D. A.; DURLO, M. A. Variáveis morfométricas e relações interdimensionais para *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. Ex Steud. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 19, n. 4, p. 473 - 480, out. - dez., 2009.

ROMERO, J. H. T. Contribution al conocimiento de las plantas tãnicas registradas em Colombia. Fondo Colombiano de Investigaciones Cientificas y proyectos Especiales, Colciencias Bogotá. p. 98-99. 1983.

ROSAS, M. P. Alternativas de determinação da idade técnica de corte de *Eucalyptus urophylla*. 1994. 85f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1994.

SALIS, S. M.; ASSIS, M. A.; CRISPIM, S. M. A.; CASAGRANDE, J. C. Distribuição e abundância de espécies arbóreas em cerradões no Pantanal, Estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. Separata de: Revista Brasileira de Botânica, v. 29(3), p. 339-352, jul.-set. 2006.

SAMPAIO, E. V. S. B., ARAÚJO, E. L., SALCEDO, I. H., TIESSEN, H., Regeneração da vegetação de caatinga após corte e queima em Serra Talhada. PE. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 5, 621-632, 1998.

SANTIN, D. A. Revisão taxonômica do Gênero Astronium Jacq. e revalidacao do genero Myracrodruon FR. Allem (Anacardiaceae). Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. 178p. Campinas : Universidade Estadual de Campinas, 1989.

SANTOS, S. A. Caracterização dos recursos forrageiros nativos da sub-região da Nhecolândia, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil (Tese de Doutorado). São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista – UNESP. 185p. 2001.

SARMIENTO, G. Ecología comparada de ecosistemas de sabanas en América del Sur. In Las sabanas americanas. Aspectos de su biogeografía, ecología y utilización (G. Sarmiento, ed.). Ed. Fondo Editorial Acta Científica Venezolana, Mérida, p.15-56. 1990.

SCHNEIDER, P. R.; SCHNEIDER, P. S. P. **Introdução ao manejo florestal**. [2. ed.]. Santa Maria: UFSM, FACOS, 2008. 566 p.

SCHÖNGART J, PIEDADE MTF, WITTMANN F, JUNK WJ, WORBES M. Wood growth patterns of *Macrolobium acaciifolium* (Benth.) Benth. (Fabaceae) in Amazonian black-water and white-water floodplain forests. *Oecologia*, 145(3), 454-461. doi:10.1007/s00442-005-0147-8. 2005.

SCHONGART, J. Growth-Oriented Logging (GOL): A new concept towards sustainable forest management in Central Amazonian varzea floodplains. **Forest Ecology and Management**, v. 256, p. 46-58, 2008.

SCOLFORO, J.R.S.; THIERSCH, C.R. 2004. Biometria florestal: medição, volumetria e gravimetria. UFLA/FAEPE, Lavras. 285p.

SILVA JÚNIOR, M. C. 100 árvores do cerrado: guia de campo. Brasília, DF: Rede de Sementes do Cerrado, p. 278. 2005.

SILVA, D. B.; SILVA, J. A.; JUNQUEIRA, N. T. V.; ANDRADE, L. R. M. Frutas do Cerrado. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2001a. 179 p.

SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; VALE, F. H. A.; ARAÚJO, F. P. de; PIMENTA, M. A. Stomatal changes induced by intermittent drought in four umbu tree genotypes. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, Londrina, v. 21, n. 1, p. 33-42, 2009.

SILVA, J. S. V.; ABDON, M. M. Delimitação do Pantanal Brasileiro e suas sub-regiões. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 33, nesp., p. 1703-1771, 1998.

SILVA, J. S. V.; ABDON, M. M.; SILVA, A. M.; SOUZA, L. A. Banco de dados de vegetação do projeto Probio-Pantanal. In: Congresso Brasileiro de Cartografia, 23. Rio de Janeiro, 21 a 24 de outubro de 2007. **Anais...** Rio de Janeiro: SBC, 2007. p.1643 - 1652. (CD – ROM).

SILVA, J. S.; FELFILI, J. M. Distribuição de diâmetros de um cerradão distrófico no Distrito Federal (DF), Brasil. *Pesq. flor. bras.*, Colombo, v. 32, n. 72, p. 463-470, out./dez. 2012.

SILVA, M.P.; MAURO, R. de A.; MOURAO, G.M.; COUTINHO, M.E. Distribuição e quantificação de classes de vegetação do Pantanal através de levantamento aéreo. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, v.23, n.2, p.143-152, jun., 2000.

SILVA, R. M.; SILVA, M. S.; MARTINS, K. A.; BORGES, S. Utilização tecnológica dos frutos de jatobá-do-cerrado e de jatobá-da-mata na elaboração de biscoitos fontes de fibra alimentar e isentos de açúcares. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, n. 2, p. 176-182, 2001b.

SPIECKER, H. Tree rings and forest management in Europe. **Dendrochronologia**, v. 20, n. 1-2, p. 191-202, 2002.

SORIANO, B.M.A.; ALVES, M.J.M. Boletim Agrometeorológico ano 2002 para a sub-região da Nhecolândia, Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2005. 29 p. (Embrapa Pantanal. Documentos, 76).

THOMAS, C.; ANDRADE, C. C.; SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G. Comparação de equações volumétricas ajustadas com dados de cubagem e análise de tronco. *Ciência Florestal*. Santa Maria, v. 16, n. 3, p. 319-327. 2006.

TRENARD, Y. Making wood speak: an introduction to dendrochronology. *Forestry Abstracts*, Sydney, v.43, n.12, p.729-759, 1982. Traduzido por K.E. Langdon.

UNESCO. Biosphere Reserve Information - **The Pantanal Biosphere Reserve**. MAB – Man and Biosphere Programme. Biosphere Reserves Directory. 2000a. Disponível em: <http://www.unesco.org/mabdb/br/brdir/directory/biores.asp?code=BRA+03&mod e=all> Acesso em 10/09/2015.

UNESCO. Revision Periodica para Reservas de Biosfera. 2000b.

VALE, A. T. do; COSTA, A. F. da; GONÇALEZ, J. C.; NOGUEIRA, M. Relações entre a densidade básica da madeira, o rendimento e a qualidade do carvão vegetal de espécies do Cerrado. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 89-95, 2001.

VANCLAY, J.K. Modelling forest growth and yield: applications to mixed tropical forests. Copenhagen: CAB International, 1994. 312p.

VIEIRA, E.A.; OLIVEIRA, A.M.R. de; LAURA, V.A. Alocação de biomassa em plântulas do jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.) submetidas à competição. In: SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO, 9., SIMPÓSIO INTERNACIONAL SAVANAS TROPICAIS, 2., 2008, Brasília. *Anais...* Brasília: UFMS, 2008.

VIEIRA, I. J. C. Uma contribuição à química da família Simaroubaceae. São Carlos, Programa de Pós-Graduação em Química – UFSCar, 1995. Tese de Doutorado.

WEISKITTEL, A. R.; HANN, D. W.; KERSHAW, J. A.; VANCLAY, J. K. Forest growth and yield modeling. Chichester: Wiley-Blackwell; 2011. 415 p. <http://dx.doi.org/10.1002/9781119998518>.

WILLIS, J. C. A dictionary of the flowering and ferns. 8 ed. Cambridge, Cambridge Univ. p. 57. 1973.

WORBES, M. Wood anatomy and tree-ring structure and their importance for tropical dendrochronology. In: Amazonian Floodplain Forests. Springer Netherlands, 2010. p. 329-346.